



**FACHHOCHSCHULE LUDWIGSBURG
HOCHSCHULE FÜR ÖFFENTLICHE VERWALTUNG
UND FINANZEN**

Wahlpflichtfach im Verwaltungszweig: Konfliktmanagement

**Attraktivität erneuerbarer Energien für Kommunen
am Beispiel der Windkraft**

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des Grades einer Diplom- Verwaltungswirtin (FH)

vorgelegt von

Katrin Harder

Studienjahr 2006/ 2007

Gutachter: Prof. Eberhard Ziegler

Dipl. - Verwaltungswirt (FH) Roland Böhm

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	IV
Anlagenverzeichnis.....	VI
1 Einleitung	1
2 Hintergrund – Zahlen und Fakten.....	1
2.1 Bedeutung erneuerbarer Energien.....	2
2.2 Windkraft im Besonderen.....	3
3 Mögliche kommunale Berührungspunkte mit Windkraft	4
3.1 Beteiligungsformen	6
3.1.1 Rechtsform GmbH	7
3.1.2 Rechtsform Eigenbetrieb	8
3.1.3 Öffentliche Private Partnerschaft (ÖPP)	9
3.2 Regionale Wertschöpfung.....	10
3.2.1 Arbeitsplätze	11
3.2.2 Auswirkungen auf den kommunalen Haushalt.....	12
3.2.2.1 Gewerbesteuer	12
3.2.2.2 Sonstiges	13
4 Möglichkeiten bei der Planung	14
4.1 Regionalplan	14
4.2 Flächennutzungsplan.....	16
4.3 Bebauungsplan	19
5 Genehmigungsverfahren.....	23
5.1 baurechtliches Genehmigungsverfahren.....	24
5.1.1 Ablauf und Fristen des Genehmigungsverfahrens.....	26
5.1.2 Belange nach Bauordnungs- und Bauplanungsrecht.....	27
5.2 Immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren	30
5.2.1 Verfahrensablauf.....	30
5.2.2 Weitere öffentliche Belange	33
5.3 Genauere Betrachtung der auftretenden Konflikte.....	34
5.3.1 Landschaftsbild.....	35
5.3.2 Flora und Fauna.....	37

5.3.3	Bevölkerung	38
5.3.4	Emissionen und Immissionen	42
5.3.5	Sonstiges	43
6	Kostenaspekt	44
6.1	Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien (EEG)	45
6.1.1	Einspeisungs- und Vergütungsregelungen	46
6.1.2	Konkrete Übertragung auf Windkraftanlagen.....	47
6.1.3	Erläuterung zu einer beispielhaften Berechnung	49
6.1.4	Beitrag des EEG zur Konfliktvermeidung.....	50
6.2	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	52
6.2.1	Wirkungsgrad und Leistung heutiger Windkraftanlagen.....	52
6.2.2	Abhängigkeiten der Leistung	53
6.2.3	Kostenpunkte	56
6.2.4	Investitionsrechnung	57
7	Zusammenfassung/ Empfehlung.....	59
	Anlagen.....	VIII
	Literaturverzeichnis.....	XXV
	Erklärung nach § 36 Abs. 3 APrO.....	XXX

Abkürzungsverzeichnis

Abs.	Absatz
Art.	Artikel
BauGB	Baugesetzbuch
BauNVO	Baunutzungsverordnung
BaWü	Baden-Württemberg
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
B-Plan	Bebauungsplan
BVerwG	Bundesverwaltungsgericht
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
dB (A)	Dezibel (Maß zur Angabe des Geräuschpegels, A-Bewertung: unter Berücksichtigung der frequenzab- hängigen Empfindlichkeit des menschlichen Ohrs)
DNR	Deutscher Naturschutzring e. V.
d. h.	das heißt
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EigBG	Eigenbetriebsgesetz (BaWü)
etc.	et cetera/ und so weiter
e. V.	eingetragener Verein
evtl.	eventuell
f	folgende Seite
ff	folgende Seiten
FNP	Flächennutzungsplan
GemO	Gemeindeordnung (BaWü)
GewStG	Gewerbsteuergesetz
GG	Grundgesetz
ggf.	gegebenenfalls

Halbs.	Halbsatz
Hrsg.	Herausgeber
i. d. R.	in der Regel
i. V. m.	in Verbindung mit
kWh	Kilowattstunde
LAI	Länderausschuss für Immissionsschutz
LBO	Landesbauordnung (BaWü)
LplG	Landesplanungsgesetz (BaWü)
LVG	Landesverwaltungsgesetz (BaWü)
LVwVfG	Landesverwaltungsverfahrensgesetz (BaWü)
MW	Megawatt
Nr.	Nummer
OVG	Oberverwaltungsgericht
R-Plan	Regionalplan
S.	Satz/ Seite
sog.	sogenannte/ r
StrEG	Stromeinspeisungsgesetz
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz vor Lärm
u. A.	unter Anderem/ und Andere
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz
VA	Verwaltungsakt
VG	Verwaltungsgericht
vgl.	vergleiche
VOB/ A	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen Teil A
VwGO	Verwaltungsgerichtsordnung
WEA(s)	Windenergieanlage(n)
WM	Wirtschaftsministerium
WMPA	Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 bis 7 in Papierform:

Anlage 1: Fragebogen zu Windkraftträdern.....	VIII
Anlage 2: Auswertung Fragebogen.....	IX
Anlage 3: Schallpegel und deren Empfindungen.....	XIII
Anlage 4: Entwicklungsgeschichte des EEG.....	XIV
Anlage 5: Beispielhafte Berechnung der Vergütung pro kWh.....	XV
Anlage 6: Rauigkeitslängen.....	XVI
Anlage 7: Dynamische Investitionsrechnung.....	XVII

Anlagen 8 bis 30 beigefügter CD.....XX

Anlage 8: BMU: Beschluss des Umweltrates historischer Schritt für
Klimaschutz

Anlage 9: Bundesverband für EE e. V.: Jahr der Rekorde 2006

Anlage 10: Bundesverband WindEnergie e. V.: 60 % Regelung

Anlage 11: Bundesverband WindEnergie e. V.: Vogelschutz und
Windenergie

Anlage 12: Bundesverband WindEnergie e. V.: Fakten zur Windenergie

Anlage 13: DEWI: Aufstellungszahlen der Windenergie in D

Anlage 14: DNR: Umwelt- und Naturverträglichkeit von Windenergie-
Nutzung in D

Anlage 15: Forum Umwelt und Entwicklung: Chancen für Kommunen

Anlage 16: Informationen Kernenergie

Anlage 17: ISET: 250 MW Programm

Anlage 18: ISET: WindenergieReport Deutschland 2006 Auszug

Anlage 19: LAI: WEA Schattenwurf Hinweise

Anlage 20: LfU: Psst

Anlage 21: NABU Info: Windenergie

Anlage 22: Pitch- und Stallregelung

Anlage 23: Reisi Windenergie: Technische Entwicklung

Anlage 24: Tagesspiegel online: Bergbau wird 2018 eingestellt

Anlage 25: Tagesspiegel online: Energie - wie uns Strömungen neue Kraft geben

Anlage 26: Windkraftanlagenerlass

Anlage 27: Wirtschaftswoche Nr. 3/ 2007

Anlage 28: WM: Nachttiefflug- und Tiefflugübungsstrecken

Anlage 29: WM: Praxisleitfaden PPP und Mittelstand

Anlage 30: Michael-Otto-Institut: Studie Vögel und Fledermäuse

1 Einleitung

Aktuell wird im Zusammenhang mit dem Klimawandel und den damit verbundenen Naturkatastrophen immer häufiger über eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien (EE) diskutiert. Unstrittig ist, dass sie eine Alternative zur bisherigen Energieerzeugung darstellen und so auch einen Beitrag zur CO₂ Minderung und dem Abbau der Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen aus dem Ausland leisten.

Das Forum Umwelt und Entwicklung hat bereits 2004 eine Broschüre „Erneuerbare Energien für die Kommunen“ herausgebracht und damit die Idee der kommunalen Beteiligung und Nutzung der EE aufgegriffen.¹

Dennoch hört man von Gemeinden, die sich weigern Windenergieanlagen (WEAs) auf dem Gemeindegebiet zuzulassen und versuchen diese möglichst zu verhindern. Zweifellos ist die Windkraftnutzung, wie so vieles Neue, auch mit Konflikten verbunden – doch gibt es wirklich keine positiven Aspekte an den erneuerbaren Energien, im Speziellen der Windkraft, die sich auch für die Gemeinden positiv auswirken können?

Ziel dieser Arbeit ist es, wichtige Gesichtspunkte für Kommunen im Zusammenhang mit Windkraftnutzung anzusprechen und das darin enthaltene Konfliktpotenzial näher zu beleuchten. Wo möglich, soll auch dargestellt werden, wie die Konflikte gelöst oder gleich vermieden werden können.

2 Hintergrund – Zahlen und Fakten

Mit der Klimakonferenz von Montreal, vom 28. November bis 9. Dezember 2005, wurde ein zweiter Meilenstein bezüglich des weltweiten Klimaschutzes gesetzt, der die Umsetzung, Verbesserung und auch die Weiterentwicklung der Ziele aus dem Kyoto-Protokoll von 1997, in Kraft getreten am 16. Februar 2005, zum Inhalt hatte. Die Durchführungsregelungen, die

¹ Vgl. Forum Umwelt und Entwicklung: Erneuerbare Energien für die Kommunen - Handlungsbedarf, Chancen und Good-Practice-Beispiele, Berlin, 2004, Anlage 15.

dort entstanden sind, sind auch unter dem Namen „Vereinbarungen von Marrakesch“ bekannt.²

Anlässlich der deutschen EU-Ratspräsidentschaft im ersten Halbjahr 2007 wurden nun weiterführend Klimaschutzziele bis 2020 und ein Verhandlungspaket für ein Klimaschutzabkommen nach 2012 verabschiedet.³

2.1 Bedeutung erneuerbarer Energien

Im Zeitalter der stetigen technischen Weiterentwicklung ist es keine unbekannte Tatsache, dass der Stromverbrauch von Jahr zu Jahr ansteigt, die fossilen Ressourcen aus denen wir unsere Energie beziehen aber endlich sind und auf absehbare Zeit den Bedarf nicht mehr decken können.

Daher wird es immer dringlicher auch andere Wege der Energiegewinnung zu erforschen und auch zu nützen - die erneuerbaren Energien (EE) - bestehend aus Wind, Wasser, Biomasse, Sonne und Geothermie.

An den in letzter Zeit immer häufiger auftretenden Umweltkatastrophen und den klimatischen Veränderungen ist deutlich zu spüren, dass unsere Umwelt sich verändert! Schon seit Längerem wird darum verstärkt auf den CO₂ Ausstoß geachtet. Auch zu diesem Punkt wurden im Kyoto-Protokoll, dessen Berechnungen sich jeweils auf das Basisjahr 1990 beziehen, Richtwerte festgesetzt.

Für Deutschland wurde dabei die Vorgabe gemacht den Anteil an CO₂ Emissionen bis zum Jahr 2012 um 21 % zu senken, was angesichts der Hochrechnungen für 2003 mit bereits knappen 20 % so gut wie erfüllt ist.⁴ Darüber hinaus soll bis zum Jahr 2010 der Anteil der EE an der deutschen Stromerzeugung 12,5 % betragen.

Verfolgt man die bisherige Entwicklung erscheint es sehr wahrscheinlich, dass Deutschland seine Aufgabe auch hier erfüllen wird: 1998 betrug der

² Referat KI II 1: Grundsätzliche Angelegenheiten der internationalen Zusammenarbeit, globale Konventionen, internationaler Klimaschutz, in: Umwelt; Heft 1/ 2006, S.24 f.

³ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (im Folgenden: BMU): Beschluss des Umweltrates historischer Schritt für den Klimaschutz, Pressemitteilung vom 20.02.2007, Anlage 8.

⁴ Naturschutzverband Deutschland e.V. (im Folgenden: NABU): Erneuerbare Energien – Perspektive für Klima, Mensch und Natur, Bonn, 2005, S. 6.

Anteil der EE 4,7 %. Er konnte im Jahr 2000 auf 6,7 % und in 2006 auf 11,6 % gesteigert werden. Dabei kommt der Windenergie mit anteilig um die 45 % eine gewichtige Rolle zu.⁵

2.2 Windkraft im Besonderen

Die Nutzung der Windkraft wurde nicht erst während der letzten Jahre entdeckt. Schon im 19. Jahrhundert wurden Windmühlen zur Erzeugung mechanischer Energie genutzt, beispielsweise zum Mahlen von Getreide. Die erste Großwindanlage zur Stromerzeugung GROWIAN wurde in den 80er Jahren an der Nordseeküste gebaut und erbrachte eine Leistung von 3 Megawatt (MW). Auf Grund der geringen Kenntnisse und Erfahrungen in diesem Bereich scheiterte dieser erste Versuch bereits nach kurzer Zeit. Es folgten zahlreiche Pioniersversuche bis dann in den 90 Jahren, mit Inkraft-Treten des Stromeinspeisungsgesetzes (StrEG), ein Boom der Windkraft einsetzte.⁶ Zusätzlich verstärkt wurde die Inbetriebnahme neuer WEAs durch das vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit initiierte „250 MW Wind“ - Programm.

Dabei wurden von 1989 bis 1996 die Daten der teilnehmenden Anlagen über ein wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm (WMEP) erfasst und ausgewertet.⁷ Das Projekt fand einen derart guten Anklang, dass es Ende 1996 für den Zeitraum von 10 Jahren verlängert wurde. Die Ergebnisse dienen als Basis für Untersuchungen und offenbaren interessante Erfahrungswerte. Die endgültige Förderleistung liegt sogar bei einer Kapazität von 350 MW, die von insgesamt 1.500 WEAs bereitgestellt wird.⁸

⁵ Schiffer: Energiemarkt Deutschland, 9. Auflage, Köln, 2005, S. 243, sowie Bundesverband Erneuerbare Energien e. V.: Jahr der Rekorde – Erneuerbare Energien in 2006, 2007, S. 2, Anlage 9.

⁶ NABU: Infopapier – Windenergie, Bonn, 2004, Anlage 21.

⁷ Vgl. Institut für Solare Energieversorgungstechnik (Im Folgenden: ISET) (Hrsg.): Ergebnisse aus dem „250 MW Wind“ - Programm, Entwicklungsperspektiven für die Windleistungsprognose, Anlage 17.

⁸ ISET: WindenergieReport Deutschland 2006 - Auszug, S. 3, Anlage 18.

Mit einer gesamten installierten Leistung von 20.622 MW aus 18.685 Einzelanlagen zum Ende des Jahres 2006 befindet sich Deutschland in einer Vorreiterstellung im EU-weiten Vergleich. 2006 wurden bereits 5,7 % des bundesweiten Bruttostromverbrauchs aus Windkraft erzeugt.⁹

Dabei muss noch die Unterscheidung nach WEAs, die im Binnenland (Onshore) und solchen, die auf dem Meer betrieben werden (Offshore) berücksichtigt werden. Die Offshore-Nutzung hat sich erst in den letzten Jahren entwickelt und ist noch nicht voll ausgereift. Sie verspricht jedoch eine hohe Effizienz, da auf dem Meer andere Windverhältnisse herrschen als an Land. Zu diesem Zweck werden Untersuchungen auf Forschungsplattformen in Nord- und Ostsee angestellt, um mehr über eventuelle Probleme – auch bezogen auf die Meeresökologie, deren Auswirkungen derzeit noch völlig unbekannt sind – Materialverhalten und Effizienzsteigerung zu erforschen. Seit 2002 ist die Forschungsplattform FINO 1 in der Nordsee aktiv, 2006 folgte FINO 2 in der Ostsee und mit FINO 3 ist eine weitere für die Nordsee geplant.¹⁰

Bei den nachfolgenden Punkten soll jedoch verstärkt auf die Onshore-Anlagen geachtet werden, da sich die Untersuchung, allein schon a. G. der Landesgesetze, schwerpunktmäßig auf Baden-Württemberg bezieht.

3 Mögliche kommunale Berührungspunkte mit Windkraft

Der kommunale Aufgabenkreis lässt sich herleiten aus Art. 28 Grundgesetz (GG), der die Selbstverwaltung von Gemeinden und Gemeindeverbänden gewährleistet.

Demnach haben diese das Recht die öffentlichen Aufgaben, die für ihr Hoheitsgebiet anfallen in eigener Verantwortung, im Rahmen der Gesetze, zu regeln. Dies findet sich auch in Art. 71 der Landesverfassung für

⁹ Deutsches Windenergie-Institut GmbH: Aufstellungszahlen der Windenergienutzung in Deutschland, Bericht vom 16.01.2007, Anlage 13.

¹⁰ Vgl. BMU: Forschung für Erneuerbare Energien – Spitzentechnologie aus Deutschland, Berlin, 2006, S. 5.

Baden-Württemberg und schließlich noch in § 1 Abs. 2 und § 2 Abs. 1 der Gemeindeordnung (GemO).

Der Gesetzgeber macht jedoch keine näheren Angaben zum genauen Umfang bzw. zu den Aufgaben an sich, was mit deren lokalen Differenzen und dem temporären Wandel begründet wird.¹¹

Die Energieversorgung gehört, fundiert durch ein Urteil des Bundesverwaltungsgerichts (BVerwG) aus dem Jahr 1995¹², zu diesen kommunalen Selbstverwaltungsangelegenheiten und wird der Daseinsvorsorge zugeordnet.¹³ Dieser oft diskutierte Begriff der Daseinsvorsorge wurde 1938 von Ernst Forsthoff, einem Staats- und Verwaltungsrechtler, eingeführt. Die Essenz seiner Aussage wird heute mit der breiten Versorgung der Bevölkerung mit grundlegenden Gütern und Dienstleistungen zu sozialverträglichen Preisen wiedergegeben.¹⁴ Im Prinzip entspricht dies dem Sozialstaatsprinzip, welches sich aus Art. 20 Abs. 1 und Art. 28 Abs. 1 S. 1 GG ableitet und ebenfalls die Sicherung der notwendigen Versorgung der Allgemeinheit beinhaltet.

Es besteht jedoch keine ausdrückliche Pflicht zur Energieversorgung durch die öffentliche Hand, da in § 2 Abs. 1 Energiewirtschaftsgesetz lediglich die Energieversorgungsunternehmen zur Versorgung verpflichtet werden, welche sowohl privatrechtlich, als auch öffentlich-rechtlich organisiert sein können. Die Entscheidungskompetenz über Fremd- oder Eigenerfüllung der Energieversorgung liegt bei den Kommunen. Im Falle einer Privatisierung muss die Energieversorgung von dem betreffenden Unternehmen zuverlässig, gleichmäßig, ununterbrochen und zu angemessenen Preisen gewährleistet werden.¹⁵

¹¹ Faiss, Giebler u. A.: Kommunales Wirtschaftsrecht in Baden-Württemberg – Systematische Darstellung zur Finanzwirtschaft der Kommunen, 7. Auflage, Stuttgart, 2002, S. 78.

¹² BVerwG: Urteil vom 18.05.1995, 7 C 58.94, Leitsätze abgedruckt in: Faiss, Giebler u. A., S. 581.

¹³ Faiss, Giebler u. A., S. 579 ff.

¹⁴ Franz: Gewinnerzielung durch kommunale Daseinsvorsorge, Tübingen, 2005, S. 11 f.

¹⁵ Faiss, Giebler u. A., S. 582, sowie § 107 GemO.

3.1 Beteiligungsformen

Durch die Selbstverwaltungsgarantie obliegt die Entscheidungskompetenz über eine eigene Vornahme der Energieversorgung oder deren Vergabe an ein fremdes Unternehmen der Kommune. Doch wie sieht es mit Gewinnerzielung aus? Darf sich eine Gemeinde überhaupt als wirtschaftliches Unternehmen betätigen? Dies ergibt sich aus den §§ 102 bis 108 GemO: In § 102 Abs. 1 GemO wird die Zulässigkeit einer wirtschaftlichen Betätigung der Kommune an einige Bedingungen geknüpft: zum einen muss das Unternehmen nach Nr. 1 durch den öffentlichen Zweck gerechtfertigt sein. Da es sich bei der Windkraft um eine Form der Energieversorgung im Sinne der Daseinsvorsorge handelt ist dies gewährleistet. In Nr. 2 soll sichergestellt werden, dass das Unternehmen nach Art und Umfang in einem angemessenen Verhältnis zur Leistungsfähigkeit der Kommune und dem zu erwartenden Bedarf der Unternehmung steht, also genügend Verwaltungs- und Finanzkraft besitzt und ein Betrieb solchen Umfangs für die Örtlichkeit überhaupt von Nöten ist. Dies ist im Einzelfall zu überprüfen, für die weiteren Betrachtungen wird diese Bedingung als erfüllt angesehen. Die letzte Voraussetzung unter Nr. 3 kann im vorliegenden Fall unbeachtlich bleiben, da es sich wie gesagt um eine Tätigkeit der Daseinsvorsorge handelt und die Subsidiaritätsklausel somit keine Anwendung findet.

Eine Gewinnerzielungsabsicht aus § 102 Abs. 3 GemO wird unterstellt, weil durch den Betrieb auch ein Ertrag für den Haushalt erwirtschaftet werden soll. Jedoch hat der öffentliche Zweck weiterhin im Vordergrund zu stehen!

Eine wirtschaftliche Betätigung der Kommunen ist somit unter Voraussetzung der Leistungsfähigkeit zulässig.

Die dezentrale Lage der WEAs bietet neue kommunale Chancen in die Energieversorgung einzugreifen und sich, unter Berücksichtigung des öffentlichen Zwecks, an der Kostenregulierung zu beteiligen. Wobei im Rahmen der Liberalisierung der Stromnetze ein Wettbewerb besteht: Der

Endverbraucher hat die Wahl zwischen verschiedenen Stromanbietern. Es handelt sich somit um einen Oligopol, die Gefahr eines Monopols besteht nicht.

Demzufolge gibt es für die Kommunen zahlreiche Möglichkeiten die Energieversorgung ihres Gemeindegebietes zu gewährleisten. Exemplarisch sollen im Folgenden die Rechtsformen GmbH, Eigenbetrieb und die Öffentlich Private Partnerschaft auf deren Zulässigkeit und Zweckmäßigkeit eines Betriebs bzw. einer Beteiligung durch die Kommune untersucht werden.

3.1.1 Rechtsform GmbH

Die Zulässigkeit zur wirtschaftlichen Betätigung nach § 102 Abs.1 GemO ist gegeben. Entscheidet sich eine Kommune für eine private Rechtsform, wie die GmbH, müssen die Schutzvorschriften des § 103 GemO berücksichtigt werden. Gefordert werden darin beispielsweise die Einbeziehung des öffentlichen Zwecks in den Gesellschaftsvertrag, die Haftungsbeschränkung anteilig zur Beteiligung und der angemessene Einfluss auf die Unternehmung. Unter Beachtung der §§ 103 bis 108 GemO gelten für die Kommune selbstverständlich auch die Rechte und Pflichten der Privatwirtschaft, man spricht auch vom sog. Verwaltungsprivatrecht.¹⁶

Es besteht eine rechtliche, organisatorische und wirtschaftliche Selbständigkeit. Die Gemeinde nimmt über die Geschäftsführung oder die Gesellschafterversammlung (im Falle einer Beteiligung) Einfluss auf das Unternehmen. Zu dessen Sicherstellung können auch im Gesellschaftsvertrag Angaben zur Kompetenzverteilung gemacht werden, die auch notwendig sind, um die Zulassungsvoraussetzungen des § 103a GemO zu erfüllen. Da die Kommune sich also weiterhin an der Aufgabenerfüllung beteiligt, spricht man von einer formellen oder auch unechten Privatisierung.¹⁷

¹⁶ Waibel: Kommunales Wirtschaftsrecht – Unternehmen und Beteiligungen, Steuerpflicht öffentlicher Betriebe, 7. Auflage, Ludwigsburg, 2006, S. 18, sowie Franz, T.: Gewinnerzielung durch kommunale Daseinsvorsorge, S. 123.

¹⁷ Franz, S. 112.

Nach dem GmbH–Gesetz muss beispielsweise ein Eintrag ins Handelsregister, sowie eine Mindesteinlage an Stammkapital von 25.000 €, bei einer Beteiligung eines Gesellschafters eine Stammeinlage von mindestens 100 € erfolgen.

Für die Kommune bedeutet die Privatrechtsform größere Selbständigkeit und Entscheidungsfreiheit, die eine vergleichsweise flexiblere und meist schnellere Handlungsweise ermöglichen. Sie ist z. T. nicht mehr an Gesetze wie das Vergaberecht gebunden¹⁸ und kann eine weitestgehende Satzungsautonomie in Anspruch nehmen.¹⁹ Angewandt wird die Doppelte Buchführung, die in der öffentlichen Verwaltung aber auch im Kommen ist, und für mehr Transparenz und Wirtschaftlichkeit sorgen soll. Nachteilig zu nennen ist die Trennung des Energiesektors von der gemeindlichen Einheit, wodurch die GmbH keine günstigen Kreditbedingungen mehr beanspruchen kann und der Gemeinderat kein Mitspracherecht mehr hat, sobald die GmbH gegründet ist. Negativ zu bemerken ist zudem, dass dadurch der Einfluss der Bevölkerung, als Öffentlichkeitsprinzip, erlischt. Besitzt die Kommune jedoch die Mehrheit der Anteile können auch Gemeinderäte zur Vertretung im Aufsichtsrat bestimmt werden.²⁰

3.1.2 Rechtsform Eigenbetrieb

Die Zulässigkeit eines Eigenbetriebs im Bereich der Energieversorgung richtet sich nach § 1 Eigenbetriebsgesetz (EigBG). Unternehmen im Sinne des § 102 Abs. 1 GemO können demzufolge als Eigenbetrieb geführt werden, wenn deren selbständige Wirtschaftsführung nach Art und Umfang gerechtfertigt ist.

Diese öffentlich-rechtliche Organisationsform ist wirtschaftlich und organisatorisch selbständig, jedoch rechtlich weiterhin, als kommunales Sondervermögen nach § 96 GemO, von der Gemeinde abhängig. Die öffentlich-

¹⁸ Z. B. Vergaberechtsanwendung bei Überschreitung der Schwellenwerte, Waibel, S. 19.

¹⁹ Eickmeyer und Bissinger: Kommunales Management, Stuttgart, 2002, S. 99.

²⁰ Eickmeyer und Bissinger, S. 100.

rechtlichen Rechtsnormen sind neben dem EigBG weiterhin nach Maßgabe des § 3 EigBG verbindlich.

Die Gemeinde hat den Eigenbetrieb auf Basis des § 12 Abs. 2 EigBG mit einem angemessenen Stammkapital auszustatten, welches in der Betriebssatzung festgelegt wird. Nach Abs. 3 soll der Gemeinde dafür aber auch eine marktübliche Verzinsung zugeführt werden, die vom Eigenbetrieb zu erwirtschaften ist.

Der Gemeinderat hat als Hauptorgan des Eigenbetriebs weiterhin großen Einfluss. Durch Festsetzungen in der Betriebssatzung kann der Führung des Eigenbetriebs aber auch eine gewisse Handlungsfreiheit übertragen werden. Eine erhöhte Transparenz durch Nutzung der Doppik, sowie die Zulässigkeit der Gewinnerzielung sind vorteilhaft anzuführen.

Im Gegensatz zur GmbH können im Eigenbetrieb auch kommunale Mitarbeiter beschäftigt werden.²¹

3.1.3 Öffentliche Private Partnerschaft (ÖPP)

Diese Form der Zusammenarbeit zwischen öffentlicher Hand und Privaten ist auch als Public Private Partnership (PPP) bekannt. Sie kann entweder durch Vertrag oder durch gemeinsame Gründung einer privatrechtlichen Gesellschaft (gemischtwirtschaftliches Unternehmen²²) erfolgen.

Der Private übernimmt die Errichtung und den Betrieb der Anlage und trägt deren Kosten während der vertraglich festgelegten Nutzungsdauer.²³

Weitere Vorteile für die Kommune sind der Erfahrungsreichtum des Privaten und die Umgehung der anfänglich hohen Investitionskosten. Der Private kann eine effiziente und kostengünstige Aufgabenerledigung vorweisen, wobei dabei nicht vergessen werden darf, dass die Gemeinde an sich schon über kostengünstige Finanzierungsmöglichkeiten verfügt.

Nachteilig ist, dass die Verantwortung für die korrekte Aufgabenerfüllung und damit auch die eigentliche Verwaltungsarbeit mit Gebührenerhebung

²¹ Eickmeyer und Bissinger, S. 94 ff.

²² Hoppe, Uechtritz (Hrsg.): Handbuch kommunale Unternehmen, Stuttgart, 2004, S. 180.

²³ Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (im Folgenden: WM) (Hrsg.): Public Private Partnership in BaWü – Ein Leitfaden für Kommunen, Stuttgart, 2005, S. 6.

etc. bei der Kommune verbleibt und sie zusätzlich noch zur Vollkostendeckung des Privaten verpflichtet ist, d. h. für ihn haftet.²⁴

Daher ist es für die Kommune unerlässlich, sich beispielsweise durch Sicherheitsleistungen zu schützen.

Die Auswahl des Partners hat mittels Vergabevorschriften zu erfolgen.

Da es sich um ein kreditähnliches Rechtsgeschäft handelt ist auch eine Genehmigung der Rechtsaufsichtsbehörde, unter Nachweis der Vorteilhaftigkeit gegenüber einer Eigenrealisierung und der damit verbundenen Wirtschaftlichkeit, einzuholen.²⁵

Das Vertragsverhältnis kann unterschiedlich ausgestaltet sein, in der Praxis haben sich dazu bereits diverse Modelle entwickelt.²⁶

Das Wirtschaftsministerium BaWü hat zu Beginn des Jahres 2007 einen Leitfaden „PPP und Mittelstand“ herausgebracht, in dem praxisrelevante Tipps u. A. zur besseren Einbeziehung örtlicher und mittelständischer Unternehmen, sowie zur gesicherten Finanzierung enthalten sind.²⁷

3.2 Regionale Wertschöpfung

Die Ansiedlung von WEAs auf dem Gemeindegebiet soll der Kommune verschiedene Vorteile verschaffen. In der Tat ist es so, dass die Versorgung mit Energie meist von Außerhalb erfolgt und daher wichtige Kaufkraft verloren geht. Durch die Dezentralisierung der Energiegewinnung bei Windkraft besteht der Vorteil, dass zumindest Teile dieser Kaufkraft im Gemeinde- oder Kreisgebiet verbleiben und darüber hinaus noch ein Beitrag zur regionalen Wirtschaftsförderung geleistet wird.²⁸

Zu beachten ist dabei allerdings die Einbeziehung der Vergabevorschriften, wenn die Kommune als Auftraggeber fungiert. Sie kann Aufträge nur

²⁴ Eickmeyer und Bissinger, S. 73 f.

²⁵ WM: Private Public Partnership, S. 8.

²⁶ Vgl. Eickmeyer und Bissinger, S.74 ff und Hoppe, Uechtritz (Hrsg.), S. 181 ff.

²⁷ WM: Pfister stellt den bundesweit ersten Praxisleitfaden PPP und Mittelstand vor, Bericht vom 24.01.2007, Anlage 29.

²⁸ Müller, B.: Heimische erneuerbare Energien als Schlüsselement regionaler Wirtschaftsförderung, in: Gemeindetag Baden-Württemberg (BWGZ), Nr. 21/ 2004, S. 861 ff.

unter bestimmten Umständen an ortsansässige Unternehmen vergeben,²⁹ da deren Bevorzugung ansonsten unzulässig ist.³⁰ Im Regelfall ist eine öffentliche, bundesweite Ausschreibung durchzuführen, durch die unabhängig von der Region das wirtschaftlichste Angebot ermittelt wird.

3.2.1 Arbeitsplätze

Die Wirkung EE auf den Arbeitsmarkt wird in der Öffentlichkeit oft diskutiert. Tatsächlich lässt sich nicht verleugnen, dass durch den Bau von WEAs Aufträge in der Region vergeben werden, die die mittelständischen Wirtschaftsunternehmen fördern und auch durch Folgeaufträge, wie beispielsweise regelmäßige Wartung, Arbeitskraft nachfragen.

In einer Studie, die vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) veröffentlicht wurde, werden die Auswirkungen des Ausbaus EE auf den Arbeitsmarkt näher untersucht, dabei wird eine Unterscheidung zwischen direkter und indirekter Beschäftigung vorgenommen. Die direkte beinhaltet Arbeitsplätze, die unmittelbar mit der Vermarktung der Anlagen zu tun haben, wie etwa Hersteller, Betreiber und Dienstleistungsunternehmen (Windgutachten, Planung, ...).

Die indirekte Beschäftigung umfasst Tätigkeiten, die nur mittelbar mit der eigentlichen WEA an sich in Verbindung gebracht werden: Vorleistungsunternehmen (Maschinen, Technik, ...) und Zulieferer. 2004 dominierte dabei die indirekte Beschäftigung in einem Verhältnis von 2 zu 1.³¹

Zusammengefasst ergibt dies die sog. Bruttobeschäftigung. Nicht vergessen werden dürfen dabei aber Arbeitsplätze, die im Rahmen des Abbaus z. B. im Bereich Kohle und Atomkraft, wegfallen.³² Unter Einbeziehung sämtlicher Negativfaktoren erhält man schließlich den Nettobeschäfti-

²⁹ Beschränkte Ausschreibung u. freihändige Vergabe, vgl. z. B. § 3 Nr. 3 u. 4 VOB/ A.

³⁰ Vgl. z. B. § 8 Nr. 1 VOB/ A i. V. m. Nr. 3.2 der Verwaltungsvorschrift des Innenministeriums über die Vergabe von Aufträgen im kommunalen Bereich.

³¹ BMU: Erneuerbare Energien – Arbeitsplatzeffekte – Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt, Berlin, 2006, S. 3.

³² Vgl. dazu aktuell: Bergbau wird 2018 eingestellt, in: Der Tagesspiegel online, vom 08.02.2007, Anlage 24.

gungseffekt. Durch den zunehmenden Export deutscher WEAs³³, a. G. der fortgeschrittenen Kenntnisse, ist für die Zukunft i. d. R. mit einem positiven Nettobeschäftigungseffekt zu rechnen.³⁴ Abhängig von der Entwicklung der Auslandsnachfrage und der Energiepreise kommt die Studie auf einen Nettobeschäftigungseffekt von schlechtestenfalls 70.000 Arbeitsplätzen im Bereich der EE in Deutschland.

3.2.2 Auswirkungen auf den kommunalen Haushalt

Abgesehen vom Einfluss auf den Arbeitsmarkt wirkt sich der Ausbau der Windenergie natürlich auch finanziell für die Kommunen aus. Neben Steuereinnahmen kann z. B. auch auf Konzessionsabgaben gesetzt werden.

3.2.2.1 Gewerbesteuer

Die größte Einnahmequelle der Kommunen ist bekanntlich die Gewerbesteuer. So ist es nicht verwunderlich, dass ein Schwerpunkt des Interesses auf deren Beeinflussung gelegt wird.

Die Pflicht zur Entrichtung der Gewerbesteuer ergibt sich aus § 2 Abs. 1 des Gewerbesteuergesetzes (GewStG) i. V. m. § 15 Abs. 2 des Einkommensteuergesetzes. Der stehende Gewerbebetrieb definiert sich, analog zum gewerblichen Unternehmen nach dem Einkommensteuergesetz, durch eine selbständige, nachhaltige Betätigung mit Gewinnerzielungsabsicht und der Teilnahme am allgemeinen Wirtschaftlichen Verkehr. Dies trifft auf WEAs zu. Somit wird ausgehend vom Gewerbeertrag nach § 7 GewStG, der auf den Erhebungszeitraum entfällt, durch Multiplikation mit dem Steuermessbetrag³⁵ und dem von der Kommune festgesetzten Hebesatz die Gewerbesteuerschuld ermittelt.

³³ Martens: Energie – Wie uns Strömungen neue Kraft geben, in: Der Tagesspiegel Online, vom 30.10.2006, Anlage 25.

³⁴ BMU: Erneuerbare Energien – Arbeitsplatzeffekte, S. 8.

³⁵ Festgelegt durch das Betriebsfinanzamt nach § 22 Abs. 1 i. V. m. § 18 Abs. 1 Nr. 2 AO.

Die Gewinne fallen unterschiedlich aus, es werden jedoch Renditen von insgesamt 6 bis 8 % erreicht.³⁶

Die Betriebsstätte der WEA und der Firmensitz des Betreibers sind nur selten identisch und so muss ggf. eine Zerlegung der Gewerbesteuer nach den §§ 28 bis 31 GewStG vorgenommen werden. Diese erfolgt i. d. R. auf die Betriebsstätten nach dem Verhältnis der anfallenden Arbeitslöhne. Das kann bei WEAs zu einem Missverhältnis führen, denn die Anlagen an sich sind, im Vergleich zum Sitz der Verwaltung, beim Anlagevermögen und auch bei den Beschäftigungszahlen meist nur geringfügig beteiligt.

Eine Möglichkeit, abweichende Zerlegungsmaßstäbe anzuwenden, wird durch § 33 GewStG geschaffen. Sie ist aber sehr eng auszulegen und nur im Fall einer offenbaren Unbilligkeit des Ergebnisses anwendbar, was relativ selten vorkommt. A. G. einer Einigung auf Bundes- und Landesebene sind an der Zerlegung des Gewerbesteuermessbetrags der Windkraftbetriebsgesellschaften sowohl die Standortgemeinden der Einzelanlagen, als auch die Kommune auf deren Gemarkung sich der Verwaltungssitz befindet, je zur Hälfte nach Arbeitslöhnen und Anlagevermögen nach Steuerbilanzwert zu beteiligen.

Eine generelle Regelung der Gewerbesteuerzerlegung bezüglich WEAs sollte noch von den höheren Gerichten getroffen werden, um dadurch Klarheit zu schaffen und etliche Streitfälle beizulegen.³⁷

3.2.2.2 Sonstiges

Neben der Gewerbesteuer stehen der Gemeinde auch noch Anteile an der Umsatzsteuer zu, die über den kommunalen Finanzausgleich bestimmt werden. Der Betrag hängt dabei aber nicht vom Anteil der Umsatzsteuer im Gemeindegebiet ab, konkret stellt das Land den Kommunen einen bestimmten Prozentsatz der Umsatzsteuer zur Verfügung, der mit in die Fi-

³⁶ Vor Steuern und Fremdkapitalzinsen... Vgl. dazu: Investitionsrechnung unter 6.2.4.

³⁷ Finanzgericht Düsseldorf: Urteil vom 01.06.2006, 15 K 5455/ 04.

nanzausgleichsmasse eingeht.³⁸ Es ergeben sich somit für die Gemeinde keine direkten Vorteile, wenn die WEAs auf dem Gemeindegebiet stehen. Für das Recht zur Verlegung und Nutzung von Leitungen im Kommunalgebiet und ggf. die Versorgung des Gemeindegebiets selbst erhält die Gemeinde Konzessionsabgaben vom Netzbetreiber.³⁹

Besitzt die Gemeinde günstig gelegene Grundstücksflächen, so besteht darüber hinaus die Möglichkeit diese an Betreiber zu verpachten und dadurch beträchtliche Einnahmen zu erzielen.⁴⁰

4 Möglichkeiten bei der Planung

Für die Kommune eröffnen sich etliche Möglichkeiten, um die Ansiedlung von WEAs auf ihrem Gemeindegebiet zu steuern, Entwicklungen zu gestalten und den sog. Wildwuchs zu unterbinden. Gemeinsam ist ihnen allen die notwendige Sorgfalt bei der Auswahl des Standorts. Je gründlicher bei der Planungsphase vorgegangen wird, desto weniger Konflikte treten im Nachhinein auf und desto höher ist die Akzeptanz. Der Gesetzgeber legt dabei viel Wert auf Transparenz, der durch die regelmäßige Verpflichtung zur Begründung und Abgabe von Erklärungen bei der Rechtssetzung nachgekommen wird.

4.1 Regionalplan

Der Regionalplan (R-Plan) ist die maßgebliche Grundlage für die kommunale Planung. Ausgehend von seinen Festsetzungen kann eine präzisere Gebietskonzeption erfolgen.

Nach § 12 Abs. 7 Landesplanungsgesetzes (LplG) hat der R-Plan den Rechtscharakter einer Satzung, die sich nach den §§ 11 ff LplG richtet. Er konkretisiert die in der Raumordnung⁴¹ und im Landesentwicklungsplan

³⁸ § 1 Abs. 1 Nr. 1 Finanzausgleichsgesetz für BaWü.

³⁹ BMU: Was Strom aus erneuerbaren Energien wirklich kostet, Berlin, 2006, Schaubild S. 25, sowie Faiss, Giebler u. A., S. 685 ff.

⁴⁰ Vgl. Investitionsrechnung unter 6.2.4, sowie dazugehörige Anlage 7.

⁴¹ Grundsätze nach § 2 Raumordnungsgesetz.

aufgeführten Grundsätze und überträgt diese auf die räumliche und sachliche Eigenart der Region. Es werden im R-Plan nur Regelungen aufgenommen, die von regionaler Bedeutsamkeit sind. Diese wird vom Gesetzgeber in § 11 Abs. 3 Satz 1 LplG als für die Entwicklung und Ordnung der räumlichen Struktur der Region erforderlich definiert.

In Satz 2 wird dazu genau bestimmt, was in den R-Plan aufzunehmen ist: so finden sich unter der Nr. 11 auch Gebiete, die für die Aufstellung regionalbedeutsamer WEAs in Frage kommen. Abs. 7 Satz 1 Halbs. 2 konkretisiert dies, indem er für Windenergie die Pflicht zur Ausweisung von Vorrang- und damit verbunden entsprechenden Ausschlussgebieten vorschreibt. Die Regionalbedeutsamkeit richtet sich nach dem Einzelfall und dem jeweiligen Standort. Im Speziellen kann es sich bei WEAs dabei um Faktoren handeln, die weiterreichende Auswirkungen über den Nahbereich hinaus entwickeln, wie beispielsweise besonders hohe Anlagen, Standorte in exponierter Lage und die dadurch bedingte Sichtbarkeit über große Distanzen. Regionalbedeutsame WEAs müssen mit den Zielen der Raumordnung vereinbar sein.⁴²

Relevant kann auch sein, ob es sich um eine Art Präzedenzfall handelt, der dann später als Muster für ähnlich gelagerte Anlagen herangezogen wird.⁴³

Der Begriff des Vorranggebiets wird in § 11 Abs. 7 Satz 3 definiert und besagt im Wesentlichen, dass für das festgelegte Gebiet nur die bestimmte raumbedeutsame Funktion oder Nutzung vorgesehen ist und von diesen Zielen Abweichendes ausgeschlossen wird.

Das in Satz 4 aufgeführte Vorbehaltsgebiet lässt demgegenüber mehr Spielraum und verleiht der dort angegebenen, gegenüber konkurrierenden Nutzungen lediglich ein besonderes Gewicht.

Satz 5 schließlich stellt klar, dass Nutzungen, für die gleichzeitig Vorranggebiete ausgewiesen wurden, an anderen Stellen, den sog. Ausschlussgebieten, i. d. R. unzulässig sind.

⁴² Landesdrucksache 14/ 162, S. 7.

⁴³ WM (Hrsg.): Windfibel, 4. Auflage, Filderstadt, 2003, S. 50.

Nach § 12 Abs. 1 LplG sind die Regionalverbände verpflichtet, die für ihre Region notwendigen R-Pläne aufzustellen und auch fortzuschreiben. Dies betrifft die in § 31 Abs. 1 LplG namentlich aufgeführten Träger der Regionalplanung, wie z. B. unter Nr. 1 den Verband der Region Stuttgart mit dem ihm unterstellten Gebiet.

Ausschlaggebend für die Ausweisung von Vorrang- und Ausschlussgebieten ist der unter den nachfolgenden Punkten noch näher erklärte Abwägungsgrundsatz. Generell sind hier alle betroffenen Belange in die Entscheidung mit einzubeziehen und gegeneinander gerecht abzuwägen (§ 3 Abs. 2 LplG). Bei diesem Vorgang werden auch die Gemeinden nach § 12 Abs. 2 Nr. 1 LplG beteiligt. Als auf den Standort bezogene kompetente Ansprechpartner wissen diese meist schnell, wo Probleme auftreten können, wie der Standort einzuschätzen ist und können so eine wertvolle Informationsquelle sein.

Auftretende Abwägungsfehler, die sich aus der Nicht- oder der Ausweisung von Vorrangflächen für das gesamte oder auch nur für Teile des Planungsgebiets ergeben, können eine teilweise oder komplette Unwirksamkeit des R-Plans zur Folge haben.⁴⁴

Das Aufstellungs- bzw. Änderungsverfahren an sich wird in den §§ 12 und 13 LplG geregelt. Über die abschließende Genehmigung hat dann die oberste Raumordnungs- und Landesplanungsbehörde, nach § 13 Abs. 1 i. V. m. § 30 Abs. 1 LplG das Wirtschaftsministerium, zu entscheiden.

4.2 Flächennutzungsplan

Während die Kommunen bei der Aufstellung und Änderung von R-Plänen lediglich beteiligt und zur Stellungnahme aufgefordert werden, sind sie beim Flächennutzungsplan (FNP) führende Stelle und handeln in eigener Verantwortung (§ 2 Abs. 1 BauGB). § 5 BauGB enthält einen nicht abschließenden Katalog von Regelungsinhalten für den FNP, insbesondere werden in Nr. 4 Flächen für Versorgungsanlagen aufgeführt.

⁴⁴ OVG Rh/ Pf: Urteil vom 06.07.2005, 8 A 11033/04.

Trotzdem muss auch hier die Hierarchie der Normen eingehalten werden und so hat nach § 1 Abs. 4 BauGB die Kommune ihre Bauleitpläne, die Flächennutzungs- und Bebauungspläne, an die Regionalplanung anzupassen. Ist der Regionalverband seiner Pflicht, Vorrang- und Ausschlussflächen zu bestimmen, nachgekommen, bleiben für die Kommunen meist keine großen Spielräume mehr.

Jedoch sind trotz der eigentlichen Verpflichtung noch nicht in allen R-Plänen entsprechende Flächen ausgewiesen⁴⁵, da dies mit erheblichem Aufwand verbunden ist: Bei einer Ausweisung von Vorrangflächen muss vorab eine detaillierte Abwägung vorgenommen, alle möglichen Beeinträchtigungen geprüft und ggf. nach Alternativstandorten gesucht werden. Schwierigkeiten birgt die meist kleinräumige und daher vielseitige Topographie, die bereits bei kleinen Abständen völlig unterschiedliche Windbedingungen schafft und eine Bewertung verkomplizieren kann.

Neben den Vorranggebieten kann die Kommune die aus naturschutzrechtlicher Sicht notwendigen Ausgleichsgebiete gleich mit ausweisen, falls bei einer späteren Festlegung im B-Plan oder im Genehmigungsverfahren die Gefahr bestünde, dass konkrete Flächen z. B. durch andere privilegierte Vorhaben bereits bebaut wurden.⁴⁶

Hat der Träger der Regionalplanung kein entsprechendes Vorranggebiet ausgewiesen, kann die Kommune in einem zur „landwirtschaftlichen Nutzung“ ausgewiesenen Areal, standortbezogen Räume für WEAs ausweisen, denn Vorrangflächen für Windkraft können auch neben der Grundnutzung, in sog. überlagerter Darstellung, stehen, wenn sich diese nicht generell ausschließen. Im Falle der Landwirtschaft besteht an sich kein Problem, da diese beiden Nutzungsformen, insbesondere bei großflächigen Ausweisungen, gut miteinander vereinbar sein können.⁴⁷

⁴⁵ Aus der Landesdrucksache 15/ 162, S. 8 ergibt sich für Juli 2006 ein Stand von insgesamt 77 ausgewiesenen Vorranggebieten, die zusammen Standorte für 348 Windenergieanlagen ermöglichen.

⁴⁶ BVerwG: Beschluss vom 26.04.2006, 4 B 7.06 in: BauR, Nr. 8/ 2006.

⁴⁷ WM: Windfibel, S. 53.

Beim FNP ist zunächst zu untersuchen, ob überhaupt die Erforderlichkeit zur Planaufstellung nach § 1 Abs. 3 BauGB besteht, weil es keinen Anspruch auf Bauleitplanung gibt. Für die städtebauliche Entwicklung und Ordnung wird im Fall der Windkraft im Normalfall eine Erforderlichkeit bejaht werden, denn durch die Ausweisung von Vorrangflächen kann bereits im Vorfeld nach den günstigsten Standorten gesucht und generell ungeeignete damit ausgeschlossen werden. Ein „Wildwuchs“ soll dadurch verhindert werden, da WEAs im Außenbereich nach § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB privilegiert sind und nur untersagt bzw. abgelehnt werden können, wenn öffentliche Belange entgegenstehen. Diese Beurteilung fällt nicht immer leicht, das zeigt sich auch in den zahlreichen gerichtlichen Verfahren.

Somit muss die Kommune bereits bei der Ausweisung im FNP die öffentlichen Belange, ausführlich, aber nicht abschließend dargestellt in § 1 Abs. 6 i. V. m. § 1a BauGB, berücksichtigen und sorgfältig gegen die privaten Interessen abwägen (Abs. 8). Bauleitpläne der angrenzenden Gemeinden auf Grundlage von § 2 Abs. 2 BauGB sollen nicht vernachlässigt werden und mit in das Abwägungsmaterial⁴⁸ aufgenommen werden.

Diese Planungsphase muss sehr ernst und genau behandelt werden, da sich bei ihr unbeachtete Belange auf die späteren B-Pläne und damit verbundene Entscheidungen auswirken können. Es handelt sich somit um einen gewichtigen Punkt in Sachen Konfliktprävention, an den bei der Genehmigung auch sehr hohe Anforderungen gestellt werden.⁴⁹

Zusammen mit dem Entwurf ist eine Begründung, welche die Ziele, den Zweck und wesentliche Auswirkungen der Bauleitplanung enthält, sowie ein Umweltbericht auf Basis einer Umweltprüfung nach § 2 Abs. 4 BauGB beizufügen. Wird die Umweltprüfung beim FNP durchgeführt, kann sich die Untersuchung beim daraus entwickelten Bebauungsplan (B-Plan) auf neue oder geänderte Umweltauswirkungen beschränken.

⁴⁸ Vgl. § 2 Abs. 3 BauGB.

⁴⁹ Altrock, Oschmann, Theobald: Erneuerbare-Energien-Gesetz – Kommentar, München, 2006, S. 283.

Die Öffentlichkeit ist laut § 3 BauGB möglichst früh zu beteiligen und auch die eventuell betroffenen Behörden und Träger öffentlicher Belange sind zur Stellungnahme innerhalb eines Monats über § 4 BauGB aufzufordern. Der FNP muss um wirksam werden zu können vom Landratsamt, als höherer Verwaltungsbehörde nach § 6 Abs. 1 BauGB i. V. m. § 1 Abs. 2 Bau - Durchführungsverordnung (DVO), binnen drei Monaten genehmigt werden. Die genehmigte Fassung ist mitsamt einer Erklärung zur Art und Weise, wie öffentliche Belange und Stellungnahmen berücksichtigt wurden und zur Begründung der Standortwahl öffentlich ortsüblich, nach Maßgabe der Hauptsatzung, bekannt zu machen. Mit dieser Bekanntmachung nach § 6 Abs. 5 BauGB wird dann der FNP wirksam.

Da es sich beim FNP um eine Rechtsnorm eigener Art (*sui generis*) handelt, die als vorbereitende Bauleitplanung nur eine gewisse Verbindlichkeit für die Kommune intern entwickelt⁵⁰, kann dieser an sich nicht angefochten werden. Diese Möglichkeit ergibt sich erst aus dem daraus abgeleiteten B-Plan bzw. dem auf das Vorhaben bezogenen Bescheid.

Die Bestimmungen des § 5 Abs. 1 Satz 3 BauGB, dass jeder FNP spätestens alle 15 Jahre auf seine Aktualität und eventuellen Änderungsbedarf überprüft werden soll, wurden in der neuen Fassung des BauGB, die seit dem 01.01.2007 in Kraft ist, wieder herausgenommen.

4.3 Bebauungsplan

Der Bebauungsplan ist, ebenso wie der FNP ein Mittel der kommunalen Bauleitplanung. Auch hier wird die Aufstellung von der Erforderlichkeit nach § 1 Abs. 3 BauGB abhängig gemacht. Bezüglich der grundlegenden Regelungen der §§ 1 bis 4 BauGB wird auf die bereits dargestellten Sachverhalte beim FNP unter 4.2 verwiesen. Ergänzend ist zu bemerken, dass eine Planung, die nur darauf gerichtet ist gewisse Vorhaben, wie bei-

⁵⁰ Hauth, M.: Vom Bauleitplan zur Baugenehmigung, 8. Auflage, München, 2005, S. 28.

spielsweise Windkraft, in der Kommune zu verhindern, den Tatbestand der Erforderlichkeit nicht erfüllt und damit unzulässig ist.⁵¹

Im Gegensatz zum vorbereitenden FNP wird der B-Plan als Satzung nach § 10 Abs. 1 BauGB erlassen und enthält nach § 8 Abs. 1 S. 1 BauGB rechtsverbindliche Regelungen, die gerichtlich angreifbar sind.⁵²

Somit ist das sich durch die gesamte Bauleitplanung ziehende Abwägungsgebot von entscheidender Wichtigkeit für die Bestandskraft, da Fehler, die nach § 214 Abs. 3 S. 2 Halbs. 2 BauGB offensichtlich und für das Ergebnis von Einfluss sind, zur Nichtigkeit der Satzung führen können, sofern sie nicht nach § 215 Abs. 1 Nr. 3 BauGB nach Ablauf von zwei Jahren seit Bekanntmachung unbeachtlich geworden sind.

Nach Abschluss eines ergänzenden Verfahrens besteht aber durch Abs. 4 die Möglichkeit, zur Behebung des Fehlers, den Bauleitplan rückwirkend in Kraft zu setzen.

Abweichend von den Regelungen für den FNP sind beim B-Plan die Spezialvorschriften der §§ 8 und 9 BauGB zu beachten:

Das Entwicklungsgebot aus § 8 Abs. 2 S. 1 BauGB besagt, dass B-Pläne i. d. R. aus dem FNP hervorgehen. Ausnahmen davon finden sich im selben Paragraphen, werden hier jedoch nicht näher erläutert.

§ 9 Abs. 1 BauGB enthält eine abschließende Aufzählung von Regelungen, die in den B-Plan integriert werden können, wie in Nr. 12 die Versorgungsflächen. Seit dem 01.01.2007 kann a. G. der Nr. 2a auch ein vom Bauordnungsrecht abweichendes Maß der Abstandstiefe festgelegt werden, was jedoch im Falle der WEAs wenig praktikabel sein wird, da die Abstandsregelungen gleichermaßen betroffener Rechtsvorschriften eingehalten werden müssen und ein zu geringer Abstand sicherlich nur das bereits vorhandene Konfliktpotenzial erhöhen würde. Es besteht auch die Möglichkeit in einer ergänzenden Satzung „örtliche Bauvorschriften“ nach

⁵¹ Vgl. Büchner und Schlotterbeck: Baurecht – Eine nach Rechtsgrundlagen gegliederte Handlungsanleitung, 3. Auflage, Stuttgart, 1999, S. 338.

⁵² Vgl. §§ 68 ff Verwaltungsgerichtsordnung (VwGO).

§ 74 Landesbauordnung (LBO) mit abweichenden Regelungen zu erlassen.

Der B-Plan an sich muss nach § 9 Abs. 8 i. V. m. § 2a BauGB begründet werden – wurde der geforderte Umweltbericht bereits in den FNP eingearbeitet, so müssen nur noch ergänzende bzw. neue Umweltaspekte betrachtet werden. Eine Genehmigung durch die höhere Verwaltungsbehörde, das Landratsamt nach § 1 Abs. 1 S. 1 BauGB - DVO, ist nur in den Fällen des § 10 Abs. 2 S. 1 BauGB notwendig. Von der früher praktizierten Anzeigepflicht für alle anderen Fälle wurde abgesehen.

Die Satzung tritt mit der ortsüblichen Bekanntgabe der Planungsunterlagen und beigefügter Erklärung gemäß § 10 Abs. 3 und 4 BauGB in Kraft.

Das BauGB beinhaltet drei verschiedene Typen von B-Plänen:

Der qualifizierte B-Plan. Dieser wird geregelt in § 30 Abs. 1 BauGB. Voraussetzungen für die Qualifizierung sind Angaben zu Art und Maß der baulichen Nutzung, der überbaubaren Grundstücksfläche und den örtlichen Verkehrsflächen. Diese richten sich nach der Baunutzungsverordnung (BauNVO), beispielhaft für das Maß kann § 18 BauNVO zur Festsetzung der Höhe herangezogen werden.

Der vorhabenbezogene B-Plan wird erläutert in § 30 Abs. 2 BauGB. Er ist auf ein konkretes Planungsvorhaben ausgerichtet und muss nach § 12 BauGB durch einen Vorhaben- und Erschließungsplan mit dem Investor, in dem die Durchführung, Kostentragung und einzuhaltende Fristen verbindlich geregelt sind, vertraglich geregelt werden.⁵³

Der einfache B-Plan. In ihm fehlt mindestens ein Kriterium, das zur Ausweisung als qualifizierter B-Plan notwendig ist. Inhalt können ebenfalls nur Daten des § 9 BauGB sein.

⁵³ Kann z. B. bei PPP von Bedeutung sein.

Der übergeleitete B-Plan. Er wird nicht im BauGB angeführt, soll aber zur Vollständigkeit noch erwähnt werden. Betroffen sind alle B-Plan ähnlichen Regelungen, die vor dem in Kraft treten des Bundesbaugesetzes zum 30.10.1960 wirksam waren. Sie wurden je nach Regelungsinhalt in qualifizierte oder einfache B-Pläne „übergeleitet“.⁵⁴

Der Kommune stehen diverse Möglichkeiten zur Sicherung während der Planungsphase zur Verfügung. Betrachtet werden im Folgenden die Veränderungssperre und die Zurückstellung von Baugesuchen.

Wenn im Flächennutzungsplan Vorrangflächen ausgewiesen sind, kann die Kommune bei der Aufstellung eines B-Plans eine Veränderungssperre zur Sicherung der Bauleitplanung aufstellen. Beispielsweise um aktuelle Abstandsregelungen als Feinsteuerung mit einzubeziehen.⁵⁵ Die Veränderungssperre soll verhindern, dass während dieser Planphase bereits Vorhaben genehmigt werden müssen, die sich später als Konfliktpotenzial herausstellen.⁵⁶

Besteht noch keine wirksame Veränderungssperre, so kann die Gemeinde bei der Genehmigungsbehörde einen Antrag auf Zurückstellung des Baugesuchs nach § 15 BauGB stellen, wenn sonst zu befürchten wäre, dass die vorgesehene Planung nicht mehr bzw. nur erschwert durchführbar würde.

Grundlagen der Veränderungssperre sind die §§ 14 und 16 ff BauGB.

In § 14 Abs. 1 wird vorausgesetzt, dass ein Aufstellungs- bzw. ein Änderungsbeschluss erfolgt ist. Die Rechtsprechung ergänzt, dass der Planungswille beim Aufstellungsbeschluss hinreichend bestimmt sein muss und der Planungsinhalt rechtlich wie auch tatsächlich durchführbar ist, da es bei einer bloßen Verhinderung von Vorhaben am Kriterium der Erforderlichkeit nach § 1 Abs. 3 BauGB fehlt und dies unzulässig ist.⁵⁷

⁵⁴ BÜchner und Schlotterbeck, S. 311 f.

⁵⁵ BVerwG: Beschluss vom 27.11.2003, 4 BN 61.03.

⁵⁶ BVerwG: Beschluss vom 25.11.2003, 4 BN 60/ 03.

⁵⁷ OVG Münster: Urteil vom 28.02.2005, 7 D 4/ 03, sowie VG Ansbach: Urteil vom 02.03.2005, 9 K 04.02028.

Ergänzend ist die sich aus § 39 ff BauGB ergebende Schadenersatzpflicht der Gemeinde, im Falle eines Vertrauensschadens, zu berücksichtigen. Diese tritt beispielsweise ein, wenn die Gemeinde ohne Anwendung der notwendigen Transparenz Bauleitpläne ändert und der Bauherr im Vertrauen auf den Bestand der bisherigen Rechtslage Ausgaben bezüglich des Vorhabens tätigt. Sobald jedoch die öffentliche Beteiligung angegangen wird und eine Kenntnisnahme vom Änderungswillen der Gemeinde möglich ist entfällt der Vertrauensschutz.

5 Genehmigungsverfahren

Obwohl nach Artikel 14 GG das Eigentum besonders geschützt ist, besteht durch die eingebaute Schrankentechnik doch die Möglichkeit, per Gesetz in dessen Rechte einzugreifen. Dies muss jedoch immer unter dem Gesichtspunkt der Verhältnismäßigkeit erfolgen.

Die Genehmigungspflicht dient als präventive Eingriffsmöglichkeit, um Gefahren der öffentlichen Sicherheit und Ordnung schon im Voraus abzuwenden. Im Falle der Windkraft spielen etwa die Standorte eine sehr wichtige Rolle. Durch das Genehmigungsverfahren ist dafür zu sorgen, dass alle öffentlich-rechtlichen Vorgaben, zum Beispiel Grenzwerte – seien es nun Abstandsflächen oder Emissionshöchstwerte – eingehalten werden.

In Deutschland ist seit dem 01.07.2005 mit der Änderung der 4. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) das Genehmigungsverfahren abgewandelt worden: Seither war die Immissionsschutzbehörde lediglich für Genehmigungen ab drei WEAs mit räumlichem Bezug (sog. Windfarmen)⁵⁸ zuständig, für weniger die Baurechtsbehörde. Jetzt wurden die Bestimmungen dahingehend geändert, dass Anlagen mit einer Gesamthöhe von über 50 m immissionsschutzrechtlich zu genehmigen sind, was im Prinzip alle gängigen Typen betrifft.

Eine baurechtliche Genehmigung ist weiterhin erforderlich, jedoch tritt die federführende Zuständigkeit der Baurechtsbehörde nach der LBO gemäß

⁵⁸ Vgl. analog BVerwG: Urteil vom 30.06.2004, 4 C 9.03.

Art. 31 GG „Bundesrecht bricht Landesrecht“ hinter die des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG). Die Baurechtsbehörde ist dennoch generell zu beteiligen.

Um die Unterschiede der Verfahren und die anhaltende Bedeutsamkeit des Baurechts aufzuzeigen, sollen beide Verfahren verkürzt dargestellt werden. Die Übergangsvorschriften werden nicht betrachtet.

5.1 baurechtliches Genehmigungsverfahren

Die baurechtliche Genehmigungspflicht richtet sich nach der LBO, aus der zunächst die Zuständigkeit ermittelt werden muss:

Diese richtet sich nach § 48 Abs. 1 LBO, wonach die untere Baurechtsbehörde sachlich zuständig ist, soweit nichts anderes bestimmt ist. Nach Abs. 2 geht die sachliche Zuständigkeit jedoch auf die nächst höhere Baurechtsbehörde über, wenn es sich um ein Vorhaben der Gemeinde selbst handelt, gegen das Einwendungen erhoben wurden.

Wer untere Baurechtsbehörde ist ergibt sich aus § 46 LBO:

- nach Abs. 1 Nr. 3 ist dies i. d. R. die untere Verwaltungsbehörde, welche sich aus dem § 13 Abs. 1 Nr. 1 Landesverwaltungsgesetz (LVG) entnehmen lässt: in den Landkreisen sind dies die *Landratsämter*, sowie die *Großen Kreisstädte* und bei Erfüllung der Kriterien des § 14 LVG die *Verwaltungsgemeinschaften*. In Stadtkreisen wird die Position der unteren Verwaltungsbehörde von der *Gemeinde* ausgefüllt (§ 13 Abs. 1 Nr. 2 LVG). Sie alle werden als geborene Baurechtsbehörden⁵⁹ bezeichnet.

- nach Abs. 2 und 3 können auch die *Gemeinden* und *Verwaltungsgemeinschaften* untere Baurechtsbehörde sein, wenn die Voraussetzungen des Abs. 5 erfüllt sind und die betroffene Behörde bei der höheren Baurechtsbehörde einen Antrag auf Feststellung der Erfüllung gestellt hat.

⁵⁹ Büchner und Schlotterbeck, S. 40.

Gemeinden, die bereits zum 01. Januar 1965 die Aufgaben der unteren Baurechtsbehörde inne hatten behalten diese Zuständigkeit. In diesen Fällen wird von gekorenen Baurechtsbehörden⁶⁰ gesprochen.

Handelt es sich um ein Vorhaben, das von der Gemeinde selbst durchgeführt wird, so wird bei eingehenden Einwendungen, wie oben erwähnt, die Zuständigkeit auf die nächst höhere Baurechtsbehörde übertragen.

Nach § 46 Abs. 1 Nr. 2 wäre dies das Regierungspräsidium als höhere Baurechtsbehörde.

Die örtliche Zuständigkeit wird in der LBO nicht geregelt, daher muss auf § 3 Abs. 1 Nr. 1 Landesverwaltungsverfahrensgesetz (LVwVfG) zurückgegriffen werden, nach welchem die Behörde zuständig ist, in deren Bezirk sich das Vorhaben befindet.

Nach ermittelter Zuständigkeit ist nun festzustellen, ob es sich um ein genehmigungspflichtiges Vorhaben nach § 49 LBO handelt. Bei einer WEA liegt, unter Berücksichtigung der Definitionen in § 2 LBO, eine Errichtung einer baulichen Anlage vor.⁶¹ Es ist folglich von einer Genehmigungspflicht auszugehen, sofern in den §§ 50 und 51 nichts Gegenteiliges geregelt ist. Zum einen betrifft dies die verfahrensfreien Vorhaben, soweit sie im Anhang festgelegt sind, zum anderen die Möglichkeit das Kenntnissgabeverfahren in Anspruch zu nehmen.

Im Anhang ist in Nr. 22 lediglich die Verfahrensfreiheit von WEAs bis 10 Meter Höhe geregelt, was für Zwecke der Energieversorgung indiskutabel ist. Das Kenntnissgabeverfahren nach § 51 ist auf WEAs nicht anwendbar und wird daher nicht näher betrachtet.

Folglich ist eine Baugenehmigung nach § 58 LBO erforderlich.

⁶⁰ Büchner und Schlotterbeck, S. 40.

⁶¹ § 2 Abs. 1 LBO Merkmale „ortsfest“ und „künstlich“, sowie in Abs. 12 Gleichstellungsklausel zu Errichtung.

5.1.1 Ablauf und Fristen des Genehmigungsverfahrens

Beim Baugenehmigungsverfahren muss der Antragsteller seine Bauvorlagen samt Bauantrag nach den Vorgaben des § 52 LBO bei der Gemeinde einreichen. Diese leitet die Unterlagen unter Zurückbehaltung einer Ausfertigung binnen drei Tagen an die untere Baurechtsbehörde weiter (§ 53 LBO) und benachrichtigt zeitgleich nach den Vorgaben des § 55 LBO die Angrenzer. Nach der Prüfung auf Vollständigkeit des Antrags und der Bauvorlagen⁶², die in maximal zehn Arbeitstagen nach Eingang zu erfolgen hat, muss die untere Baurechtsbehörde dem Bauherren schriftlich und unverzüglich den Eingang, sowie das voraussichtliche Entscheidungsdatum mitteilen. Werden die notwendigen Unterlagen auch nach Aufforderung nicht innerhalb einer angemessenen Frist nachgereicht, wird der Bauantrag gemäß § 54 Abs. 1 LBO abgelehnt.

§ 54 Abs. 2 i. V. m. § 53 Abs. 2 LBO schreibt außerdem die Anhörung der Gemeinde, sowie der betroffenen Stellen vor. Um die notwendigen Stellungnahmen zeitlich nicht zu sehr auszudehnen, wird in § 54 Abs. 3 LBO von einer maximalen Äußerungszeit von zwei Monaten ausgegangen.

Die durch die Gemeinde benachrichtigten Angrenzer können innerhalb von zwei Wochen nach Bekanntgabe der Benachrichtigung schriftlich oder zur Niederschrift ihre Einwendungen bei der Gemeinde vorbringen.

Nach Ablauf der jeweiligen Frist tritt eine materielle Präklusion ein (§ 55 Abs. 2 LBO, sowie analog § 54 Abs. 3 Satz 2 und 3), das heißt, für alle bis dahin nicht geäußerten Einwände und nicht erteilten Einvernehmen wird eine Zustimmung fingiert bzw. später eingehende Einwendungen werden nicht mehr in die Entscheidung mit einbezogen.⁶³ Dieses Mittel wird eingesetzt, um das Verfahren nicht unnötig in die Länge zu ziehen und die erforderliche Rechtssicherheit für den Bauherrn zu gewährleisten.

Die untere Baurechtsbehörde hat anschließend über den Bauantrag unter Berücksichtigung der eingegangenen Gesichtspunkte und der rechtlichen Vorschriften des Bauplanungs- und Bauordnungsrechts innerhalb von

⁶² Der genaue Inhalt der Bauvorlagen ist in der Verfahrensverordnung zur Landesbauordnung aufgeführt.

⁶³ VGH BaWü: Beschluss vom 20.10.2004, 8 S 2273/ 04.

zwei Monaten nach § 54 Abs. 4 Nr. 2 LBO zu entscheiden. Abs. 5 sieht die Möglichkeit einer Verlängerung von einem Monat in Ausnahmefällen vor.

Der Bauherr kann auch in Form einer Bauvoranfrage nach § 57 LBO die Genehmigungsfähigkeit seines Vorhabens in einzelnen Punkten prüfen lassen.

5.1.2 Belange nach Bauordnungs- und Bauplanungsrecht

Nach § 58 LBO ist Voraussetzung für eine Baugenehmigung, dass das Vorhaben nicht im Widerspruch zu öffentlich-rechtlichen Vorschriften steht. Daher müssen bei der Behördenbeteiligung auch alle von dem Vorhaben berührten Stellen angehört werden. Die untere Baurechtsbehörde prüft eigenständig die Vorschriften des Bauplanungs- und Bauordnungsrechts. Parallel dazu werden, bezogen auf die Betroffenheit im Einzelfall, beim Bau einer WEA noch folgende Stellen beteiligt:

Kommune, Naturschutzbehörde (Natur-, Landschaftsschutz und Wald), Wasserwirtschaftsamt, Denkmalschutzbehörde, Immissionsschutzbehörde, Straßenbaubehörde, Luftfahrtbehörde, Wehrbereichsverwaltung, Träger der Regionalplanung nach LplG, ggf. Gewerbeaufsicht.

Die Betrachtung der bauordnungs- und bauplanungsrechtlich relevanten Aspekte für die Baugenehmigung findet in diesem Abschnitt statt. Belange des Baunebenrechts werden anschließend im Zusammenhang mit dem immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren angesprochen.

Die bauplanungsrechtliche Zulässigkeit richtet sich nach den §§ 29 ff BauGB. Beim qualifizierten und beim vorhabenbezogenen B-Plan darf das Vorhaben den dortigen Festsetzungen nicht widersprechen und die Erschließung muss gesichert sein. Liegt nur ein einfacher Bebauungsplan oder gar keiner vor, richtet sich die Zulässigkeit, neben evtl. Festsetzungen, nach den §§ 34 und 35 BauGB. Ausnahmen bzw. Befreiungen vom B-Plan können nach Maßgabe des § 31 BauGB gewährt werden.

Da § 34 BauGB sich auf Innenbereichsvorhaben bezieht, scheidet diese Betrachtung im konkreten Fall aus. Der einschlägige Paragraph in Sachen WEAs ist § 35 BauGB. In Abs. 1 Nr. 5 ist die seit dem 01.01.1997 eingeführte Privilegierung der Windkraft verankert. Diese verleiht der Erforschung, Entwicklung und Nutzung von Windenergie ein besonderes Gewicht, indem es nur abgelehnt werden kann, wenn öffentliche Belange entgegenstehen.⁶⁴ Eine bloße Beeinträchtigung der öffentlichen Belange, wie bei den Sonstigen Vorhaben in Abs. 2 reicht nicht aus.

In Abs. 3 findet sich eine nicht abschließende Aufzählung möglicher Beeinträchtigungen: etwa wenn ein Vorhaben dem FNP widerspricht oder das Landschaftsbild verunstaltet⁶⁵ wird. Öffentliche Belange können raumbedeutsamen Vorhaben nicht entgegengehalten werden, wenn sie bereits bei der Darstellung in der Raumordnung berücksichtigt worden sind. Dies gilt nicht, wenn nach Erlass des Raumordnungsplans neue Umstände eingetreten sind oder die damalige Abwägung a. G. neuer Anlagentechnik, wie etwa Nabenhöhe, nicht mehr aktuell ist.⁶⁶ Öffentliche Belange stehen einem Vorhaben aber i. d. R. nach Abs. 3 S. 3 entgegen, wenn konkret im FNP oder als Ziele in der Raumordnung an anderer Stelle Vorrangflächen für Windkraft ausgewiesen sind.

Eine Veränderungssperre, die nach § 16 BauGB als Satzung erlassen wurde, steht ebenfalls als öffentlich-rechtliche Vorschrift entgegen.

Bezüglich des § 35 Abs. 5 S. 2 BauGB muss in die Genehmigung auch eine Rückbauverpflichtung mit aufgenommen werden die gewährleistet, dass nach Beendigung der Nutzung die an sich schon auf das Minimum zu beschränkende Bodenversiegelung, sowie die Anlage selbst beseitigt werden. Dies kann in Form einer Baulast nach § 35 Abs. 5 S. 3 BauGB i. V. m. § 71 f LBO mit dem Grundstückseigentümer abgesichert werden. Da i. d. R. aber nur gepachtet wird, muss die Absicherung auf andere Weise vertraglich mit dem Anlagenbetreiber vereinbart werden.

⁶⁴ VGH BaWü: Urteil vom 20.05.2003, 5 S 1181/ 02.

⁶⁵ Näheres zur Verunstaltung: Ausführungen bzgl. Landschaftsbild unter 5.2.1.

⁶⁶ VG Meiningen, Beschluss vom 25.01.2006, 5 E 386/ 05 in: BauR Nr. 8/ 2006.

Sind die §§ 31 und 33 bis 35 BauGB betroffen, wird zur Genehmigungsfähigkeit noch das Einvernehmen der Gemeinde nach §36 BauGB eingeholt. Das Einvernehmen bedeutet, dass ein Einverständnis der anderen Behörde (hier: der betroffenen Kommune) vor dem Erlass des Verwaltungsaktes (VA), also der Baugenehmigung, herbeigeführt werden muss.⁶⁷ Durch diese starke Beteiligung soll die Garantie der kommunalen Planungshoheit aus Art. 28 Abs. 2 GG gesichert bleiben. Entscheidungen über Vorhaben, die das Gemeindegebiet betreffen, sollen weiterhin von der Gemeinde mitbestimmt werden. Ist die Gemeinde selbst untere Baurechtsbehörde,⁶⁸ so obliegt ihr ohnehin die Entscheidungsbefugnis über das Bauvorhaben und ein zusätzliches Einvernehmen ist nicht erforderlich.⁶⁹ Des Weiteren wird in § 36 Abs. 2 Satz 3 BauGB festgelegt, dass das Einvernehmen der Gemeinde, wenn es rechtswidrig versagt wurde, auch durch die nach Landesrecht zuständige Behörde ersetzt werden kann. In der LBO in Baden-Württemberg wurde eine solche Regelung, die die untere Baurechtsbehörde oder die Widerspruchsbehörde zur Ersetzung des Einvernehmens ermächtigen würde, aber nicht getroffen. Daher kann dies nur durch die Kommunalaufsichtsbehörde nach § 121 ff GemO erfolgen.⁷⁰ Das Einvernehmen stellt eine verwaltungsinterne Maßnahme dar und kann nicht selbständig eingeklagt werden. Der Bauherr hat lediglich die Möglichkeit gegen den Genehmigungs- bzw. Ablehnungsbescheid an sich vorzugehen.⁷¹

Beim immissionsschutzrechtlichen Verfahren geht der Antrag nicht bei der Kommune ein, sie muss daher extra zur Stellungnahme aufgefordert werden, damit die zwei Monatsfrist, nach der die Einvernehmensfiktion einsetzt, zu laufen beginnt.

⁶⁷ Creifelds, Weber (Hrsg.): Rechtswörterbuch, 18. Auflage, München, 2004.

⁶⁸ Vgl. Gliederungspunkt 5.1.1.1.

⁶⁹ BVerwG: Urteil vom 19.08.2004, 4 C 16.03, in: BWGZ, Nr. 3/ 2006, S. 133 f.

⁷⁰ Büchner und Schlotterbeck, S. 62.

⁷¹ Ferner, Kröninger (Hrsg.): Baugesetzbuch – Handkommentar, 1. Auflage, Baden-Baden, 2005, S. 180.

Das Bauordnungsrecht stellt nach § 3 LBO allgemeine Anforderungen an die betreffende Anlage, die der Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung während der gesamten Nutzungsdauer dienen. Dies konkretisiert sich in § 5 LBO durch einzuhaltende Abstandsflächen, § 11 LBO der Einfügung in die Landschaft ohne eine verunstaltende Wirkung hervorzurufen⁷², sowie §§ 13 ff LBO, die zur notwendigen Standsicherheit, Emissions- und Brandschutz verpflichten. Ergänzend zu § 5 wird ein Sicherheitsabstand von 5 in Hauptwindrichtung, ansonsten 3 Rotordurchmessern empfohlen, damit, a. G. der durch die WEAs entstehenden Turbulenzen, die Standsicherheit nicht gefährdet wird.⁷³

5.2 Immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren

Bei WEAs handelt es sich, wie nachfolgend dargestellt wird, um genehmigungspflichtige Vorhaben im Sinne des BImSchG, deren Genehmigungsfähigkeit im Vorfeld partiell, wie auch im Baurecht, durch Beantragung eines Vorbescheids nach § 19 BImSchG überprüft werden kann.

Das Repowering wird im Allgemeinen als wesentliche Änderung entsprechend § 16 BImSchG angesehen.⁷⁴

Wenn nichts Anderes bestimmt ist sind die unteren Verwaltungsbehörden als untere Immissionsschutzbehörden sachlich, nach § 1 Abs. 3 i. V. m. Abs. 2 Nr. 2 Immissionsschutz-Zuständigkeitsverordnung, zuständig.⁷⁵

Die örtliche Zuständigkeit richtet sich nach § 3 LVwVfG.

5.2.1 Verfahrensablauf

Beim immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren gibt es zwei Möglichkeiten: das förmliche und das vereinfachte Verfahren nach §§ 10 und 19 BImSchG.

⁷² BÜchner und Schlotterbeck, S. 174 ff.

⁷³ OVG NRW: Beschluss vom 09.07.2003, 7 B 949/ 03, sowie analog: Windkraftanlagen-erlass Nr. 5.3.2, Anlage 26.

⁷⁴ Landesdrucksache 14/ 162, S. 7.

⁷⁵ Untere Verwaltungsbehörden nach § 13 LVG unter 5.1.1.1, 2. Abschnitt.

Die Genehmigungspflicht für die Errichtung und den Betrieb einer WEA ergibt sich aus § 4 Abs. 1 BImSchG i. V. m. § 1 Abs. 1 der 4. BImSchV, da eine WEA i. d. R. länger als 12 Monate am selben Ort betrieben wird und im Anhang unter Nr. 1.6 aufgeführt wird. Ob bei WEAs das vereinfachte Verfahren angewandt werden kann ergibt sich aus § 2 Abs. 1 Nr. 1c 4. BImSchV: ist eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) nach gleichnamigem Gesetz notwendig, so ist § 10 BImSchG betroffen, ansonsten genügt das vereinfachte Verfahren nach § 19 BImSchG. Aus § 3b Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz (UVPG)⁷⁶ i. V. m. Nr. 1.6 des Anhang 1 zum UVPG ergibt sich eine Pflicht zur UVP erst ab 20 oder mehr Anlagen. Allerdings ist bei 3 bis 5 WEAs eine standortbezogene und bei 6 bis 19 eine allgemeine Vorprüfung durchzuführen. Die Immissionsschutzbehörde kann nach § 3c UVPG im Einzelfall festlegen, dass eine UVP a. G. erheblicher Umweltbeeinträchtigungen durchzuführen ist.

Da in BaWü Windparks mit über 20 WEAs eher unwahrscheinlich sind, wird davon ausgegangen, dass eine UVP, außer in den oben genannten Einzelfällen, nicht zu erfolgen hat und das einfache Verfahren angewandt wird.

§ 19 BImSchG bezieht sich selber wieder auf die Regelungen des § 10 BImSchG, allerdings unter Ausschluss der in Abs. 2 aufgeführten Regelungen, wobei wiederholt wird, dass das vereinfachte Verfahren nur Anwendung findet, wenn keine erheblichen Nachteile, Belästigungen (etc.) entgegenstehen.

Das Genehmigungsverfahren beginnt mit Eingang des schriftlichen oder elektronischen Antrags bei der Immissionsschutzbehörde. Nach vollständigem Eingang der Unterlagen werden die von dem Vorhaben betroffenen Behörden zur Stellungnahme aufgefordert. Sind für das Vorhaben noch weitere Genehmigungen nötig, wie hier z. B. die Baugenehmigung, so hat die Immissionsschutzbehörde nach § 10 Abs. 5 S. 2 BImSchG deren Zulassungsverfahren, sowie Inhalts- und Nebenbestimmungen mit einzube-

⁷⁶ Nach § 4 UVPG sind die Vorschriften dieses Gesetzes nur subsidiär anzuwenden, wenn in anderen Rechtsvorschriften keine näheren Bestimmungen zur UVP gemacht werden.

ziehen und zu koordinieren. Daraus resultiert dann auch der Konzentrationsgrundsatz in § 13 BImSchG, der besagt, dass die immissionsschutzrechtliche Genehmigung alle das Vorhaben betreffenden Genehmigungen, exklusive der ausdrücklich angeführten, mit einschließt.

Innerhalb einer Zeitspanne von 3 Monaten muss über den Genehmigungsantrag entschieden sein, wobei in schwierigen Fällen unter Angabe von Gründen, auch gegenüber dem Antragsteller, eine Verlängerung um 3 Monate möglich ist. Unter Berücksichtigung der §§ 5, 6 und 12 BImSchG wird dann nach § 10 Abs. 7 BImSchG schließlich der Genehmigungsbescheid schriftlich und begründet zugestellt. Seit der Änderung vom 15.12.2006 ist auch im vereinfachten Verfahren eine abschließende öffentliche Bekanntmachung vorgeschrieben. Eine ausführlichere und ergänzende Anleitung zum Ablauf des Genehmigungsverfahrens nach dem BImSchG findet sich in der 9. BImSchV.

Im Gegensatz zum baurechtlichen Genehmigungsverfahren werden hier keine Angrenzer gehört. Die Information der Öffentlichkeit findet erst mit abgeschlossener Genehmigung statt, was zumindest eine Verbesserung darstellt, da die öffentliche Bekanntmachung beim vereinfachten Verfahren zuvor überhaupt nicht vorgesehen war. Der Antragsteller hat jedoch nach § 19 Abs. 3 BImSchG die Möglichkeit einen Antrag auf Erteilung der Genehmigung im förmlichen Verfahren zu stellen. Dies unterliegt zwar einer Regelbearbeitungszeit von 7 Monaten mit eventueller Verlängerung, dafür wird aber bereits während des Verfahrens die Öffentlichkeit mit einbezogen und kann während einer öffentlichen Auslegung auch Einwendungen vorbringen. Ist diese Frist beendet, kann eine Präklusion angenommen werden. Der Antragsteller hat so Rechtssicherheit für sein Vorhaben, die sonst erst mit der Unanfechtbarkeit des Genehmigungsbescheids eintreten würde.

Positiv zu bemerken ist die starke Einbindung des Antragstellers in das Verfahren. In § 2 Abs. 2 der 9. BImSchV wird ausdrücklich ein Beratungsgebot angeführt, in dem beschrieben wird, welche Informationen zu ertei-

len und was abzuklären ist. Die relativ kurze Bearbeitungszeit von drei Monaten, bei problemlosem Ablauf, ist für den Antragsteller natürlich vorteilhaft.

5.2.2 Weitere öffentliche Belange

Neben den oben angeführten baurechtlichen Aspekten müssen auch die Grenzwerte nach der Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) eingehalten werden. Deren Vorgaben aus Nr. 6.1 können mit Hilfe der VDI Richtlinie 2714 „Schallausbreitung im Freien“ in Mindestabstände umgerechnet werden. Dabei sind die Immissionen sämtlicher am Standort vorhandener WEAs im Bezug auf besondere Messpunkte, wie Dorfgebiete etc., zu betrachten, nicht nur die einer Einzelanlage.

Bei der Stellungnahme der Naturschutzbehörde ist das Vermeidungs- bzw. Minimierungsgebot zu beachten, wonach zunächst geprüft wird, ob ein naturschutzrechtlicher Eingriff im Sinne des § 20 Naturschutzgesetz durch die WEA nicht durch Standortwechsel vermieden oder zumindest, z. B. durch Anbau an vorhandene Wirtschaftswege und bodenschonende Ausführung der Bauarbeiten, minimiert werden kann. Ist dies nicht der Fall werden Ausgleichsmaßnahmen, wie etwa die Schaffung von Ausgleichsflächen oder im äußersten Fall Ausgleichsabgaben, festgesetzt.⁷⁷

Besondere Schutzgebiete⁷⁸ sind für den Bau von WEAs grundsätzlich ausgeschlossen und erfordern eine Abstandsregelung.⁷⁹

Mindestabstände sind auch nach § 9 Bundesfernstraßengesetz, 22 Straßengesetz, § 12 Abs. 2 und 3 Luftverkehrsgesetz und § 68b Wassergesetz zu beachten und einzuhalten.⁸⁰

⁷⁷ Vgl. WM: Windfibel, S. 56 bis 62.

⁷⁸ Z. B. Naturschutz-, EU Vogelschutz- und FFH-Gebiete.

Deutscher Naturschutzring e.V.: Umwelt- und Naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (onshore), Lehrte, 2005, Nr. 1.4.3, Anlage 14.

⁷⁹ Vgl. zum naturschutzrechtlichen Aspekt unter Beachtung der Gesetzesänderungen vom 9.12.2006: Kratsch und Schumacher: Naturschutzrecht – ein Leitfaden für die Praxis, Berlin, 2005, S. 35 - 59.

Befindet sich der zukünftige Standort in einem nicht besonders geschützten Waldgebiet, so sind die § 9 bis 11 Landeswaldgesetz als *lex specialis* vor dem Naturschutzgesetz einzubeziehen. In Waldgebieten ist die Beeinträchtigung der Landschaft zwar geringer, dafür muss ein spezielles Augenmerk z. B. auf Fledermausbestände gerichtet werden.

Aus einem Urteil des VGH BaWü geht hervor, dass Belange der Verteidigung, die etwa in Form von Tiefflugübungsstrecken und Nachttiefflugstrecken vorkommen, in die Abwägung mit einbezogen und gewürdigt werden müssen.⁸¹ Bereits aus einem Schreiben des WM geht hervor, dass nur noch Tiefflugübungsstrecken als Ausschlusskriterium behandelt werden müssen. Bei Nachttiefflugstrecken können, unter Einhaltung von Mindestabständen und einer generellen Anhörung der Wehrbereichsverwaltung, durchaus WEAs zulässig sein.⁸²

Für den Fall, dass sich in der Umgebung der WEA ein Naturdenkmal oder sonstig geschützter Gegenstand im Sinne des § 2 Denkmalschutzgesetz befindet ist die zuständige Denkmalschutzbehörde zu hören.

Die Erreichung der Ziele von Kyoto gilt ebenfalls als öffentlicher Belang zu Gunsten der WEAs.⁸³

5.3 Genauere Betrachtung der auftretenden Konflikte

Wie das oben dargestellte Genehmigungsverfahren zeigt, gibt es viele Aspekte, die im Zusammenhang mit WEAs beachtet werden müssen. Abwägungsfehler, ob durch unverhältnismäßige Bewertung oder Unvoll-

⁸⁰ Weitere Angaben zu den Mindestabständen finden sich unter Nr. 8.1 des WKA-Erlasses, Anlage 26.

⁸¹ VGH BaWü: Urteil vom 16.05.2006, 3 S 914/ 05.

⁸² WM: Mitteilung zur Handhabung von Nachttiefflug- und Tiefflugübungsstrecken im Zusammenhang mit der Ausweisung von Vorranggebieten für WKAs vom 13.09.2005, Anlage 28.

⁸³ VG Stuttgart: Urteil vom 12.05.2004, 16 K 3344/ 03.

ständigkeit des Abwägungsmaterials, führen meist zu weiteren Problemen und Unmut, verbunden mit Akzeptanzverlusten in der Bevölkerung.

Das Repowering, bei dem Altanlagen durch neue und leistungsstärkere ersetzt werden, bietet nicht nur den Vorteil, dass die knappen geeigneten Standorte in Deutschland effektiver genutzt werden, sondern auch die Chance begangene Fehler wieder zu beheben,⁸⁴ indem beispielsweise Anlagen versetzt werden oder neue Auflagen einbezogen werden. Zudem kann dadurch auch die Anlagenanzahl an sich reduziert werden. Im Folgenden soll schwerpunktmäßig auf die wichtigsten Streitpunkte im Bezug auf Windkraft eingegangen werden.

5.3.1 Landschaftsbild

Die Auswirkungen der WEAs auf das Landschaftsbild, sowie deren Erholungsfaktor sind wohl die am öftesten angeführten Argumente gegen den Anlagenbau. Dies liegt daran, dass sie durch ihre Ausmaße weithin sichtbar sind. Dazu kommt, dass sich geeignete, windhöfliche Standorte meist in exponierten Lagen befinden und die Fernwirkung dadurch noch verstärkt wird.

Die Beeinträchtigung einer Landschaft hängt ganz von ihrem Charakter und der Vorbelastung ab: besitzt sie eine hohe Transparenz, also nur wenige vertikale Elemente und kaum Reliefstrukturen, so kann bereits eine einzelne Anlage ein enormer Störfaktor sein.

Um eine konkrete Vorstellung zu erlangen wird in begründeten Fällen eine Landschaftsbildanalyse durchgeführt, die unter Beachtung der vorhandenen Topographie und Bebauung auf den tatsächlichen Sichtbarkeitsbereich und die Erheblichkeit des visuellen Eingriffs schließt. Der ästhetische Eigenwert spielt dabei eine große Rolle. Bei der Planung werden deshalb Verhältnisse, in Anlehnung an den in der Kunst oft gebräuchlichen Golde-

⁸⁴ NABU: Erneuerbare Energien – Perspektiven für Klima, Mensch und Natur, Bonn, 2005, S. 13.

nen Schnitt, angewandt, die eine optische Dominanz verhindern und einen in sich stimmigen Gesamteindruck bewirken sollen.⁸⁵

Als relevanter Bereich für die Landschaftsbildbeurteilung wird i. d. R. der Nahbereich mit einem Radius von grob dem 15 fachen der Anlagenhöhe angenommen.⁸⁶ Sobald eine Verunstaltung anzunehmen ist wird auch bei privilegierten Vorhaben die Toleranzgrenze erreicht.⁸⁷

Von einer Verunstaltung, die laut Rechtsprechung vorliegt, wenn von einem für ästhetische Eindrücke offenen Betrachter der Gegensatz zwischen dem Vorhaben und dem Landschaftsbild als belastend und Unlust erregend empfunden wird,⁸⁸ kann bei WEAs nur ausgegangen werden, wenn der Landschaft eine besondere Schönheit und Schutzwürdigkeit beigemessen wird oder ein besonders grober Eingriff vorliegt. Dies wird allerdings nicht nur bei ausgewiesenen Schutzgebieten angenommen.⁸⁹

Da die unbestimmten Rechtsbegriffe sehr weit auslegbar sind, gibt es Rechtsprechung, die klar stellt, dass eine Verunstaltung nicht bereits a. G. der technischen Neuheit, der Gewöhnungsbedürftigkeit oder der Größe der Anlage vorliegt.⁹⁰ Speziell bei Wohnbebauung im Außenbereich muss mit privilegierten Bauten gerechnet werden, eine optische Beeinträchtigung wird nicht anerkannt.⁹¹

Um die WEAs besser in das Landschaftsbild zu integrieren oder zumindest unauffälliger zu gestalten, wurden bereits zahlreiche Maßnahmen ergriffen: Beispielsweise besitzen die heutigen Anlagen alle drei Rotorblätter, ihre Drehbewegungen werden als optisch ruhiger und ausgeglichen empfunden. Die schlanke Konstruktion des Turmes sei die, um betriebsnotwendige Höhen zu erreichen, momentan beste Ausführung mit der geringsten landschaftlichen Einflussnahme.⁹²

⁸⁵ WM: Windfibel, S. 94 ff.

⁸⁶ VG Freiburg: Urteil vom 25.10.2005, 1 K 2723/ 04.

⁸⁷ VG Stuttgart: Urteil vom 12. 5. 2004, 16 K 3344/ 03.

⁸⁸ Ferner, Körninger, S. 174.

⁸⁹ BVerwG: Urteil vom 15.05.1997, 4 C 23.95.

⁹⁰ BVerwG: Urteil vom 18.03.03, 4 B 7.03.

⁹¹ Niedersächsisches OVG: Beschluss vom 04.04.2005, 1 LA 76/ 04.

⁹² BMU: Erneuerbare Energien – Innovationen für die Zukunft, Berlin, 2006, S. 61.

Um einer optischen „Verspargelung“ entgegenzuwirken, ist bei der Bewilligung auf die räumliche Häufung zu achten. So sind, a. G. der Weitsicht, auch entsprechende Vorranggebiete außerhalb des Gemeindegebiets zu beachten. Bestenfalls wird dies bereits mit ausreichenden Abstandsflächen im Regionalplan berücksichtigt.

5.3.2 Flora und Fauna

Eingriffe in die Natur werden durch Ausgleichsmaßnahmen im Genehmigungsverfahren geregelt. Diese Ausgleichsflächen bzw. -maßnahmen werden z. T. bereits in der Regionalplanung, spätestens aber mit Bauverwirklichung festgelegt.⁹³ Eine standorttypische Bepflanzung der Anlagen kann als Auflage mit einbezogen werden. Ansonsten stellen WEAs keinen größeren Eingriff dar, es werden lediglich benötigte Fundamentflächen versiegelt und Schotterbehelfswege für die Erschließung angelegt, falls das vorhandene Wegenetz nicht ausreicht.

Nach heutigem Wissensstand geht man davon aus, dass sich die nennenswerten Beeinträchtigungen der Tierwelt auf Vögel und Fledermäuse beschränken. Wild- und Nutztiere sehen in den Anlagen wohl keine Gefahr und gewöhnen sich sehr schnell an die neue Situation.⁹⁴

Bei Vögeln können zwei Auswirkungen festgestellt werden: zum einen die Scheuchwirkung, durch die die Umgebung der Anlage als Brut- und Rastplatz verloren geht und zum anderen der sog. Vogelschlag, bei dem die Vögel durch Kollision mit der WEA verunglücken⁹⁵. Vorab ist zu bemerken, dass nicht jede Vogelart gleich reagiert. So sind von der Kollisionsgefahr auch eher größere Arten betroffen, die an sich eher geringere Flughöhen nutzen.⁹⁶ Befindet sich der Standort der Anlage in unmittelbarer Nähe von Waldgebieten, sind häufig auch Fledermäuse tangiert.

⁹³ BVerwG: Beschluss vom 26.04.2006, 4 B 7.06.

⁹⁴ Bundesverband WindEnergie e. V: Fakten zur Windenergie, S. 45, Anlage 12.

⁹⁵ NABU: Was Sie schon immer über Windenergie und Vogelschutz wissen wollten, Bonn, 2006, S. 9.

⁹⁶ WM: Windfibel, S. 85.

Aus Studien geht hervor, dass beispielsweise der Rotmilan⁹⁷, als besonders geschützte Vogelart, von der Kollisionsgefahr betroffen ist. Um diese Gefahr zu verringern wird empfohlen schon bei der Bauleitplanung besondere Schutzgebiete und Vogelzugstrecken zu meiden, die erforderlichen Abstände einzuhalten und ggf. Sachverständige hinzuzuziehen.⁹⁸ Denn der Schutz bestimmter Vogelarten, auch außerhalb speziell ausgewiesener Gebiete, stellt bereits einen mit zu berücksichtigenden öffentlichen Belang dar.⁹⁹

Durch gute Sichtbarkeit, also entsprechende Markierung der Rotorblätter, kann die Kollisionsgefahr für weitere Arten gesenkt werden. Außerdem kann der Anlagenbau gezielt außerhalb der Brut- und Zugzeiten vorgenommen werden. Für genauere Informationen wird auf die zahlreichen Studien verwiesen, in denen spezielle Vogelarten und deren Verhalten bezüglich der WEAs untersucht werden.¹⁰⁰

5.3.3 Bevölkerung

Aus Umfragen zu schließen steht die deutsche Bevölkerung den erneuerbaren Energien, im Speziellen der Windkraft, aufgeschlossen und befürwortend gegenüber.¹⁰¹ Trotzdem kommt es, wie aus der Konfliktvielfalt erkennbar, immer wieder zu Problemen und zur Bildung von Bürgerinitiativen gegen Windkraftnutzung.

Geschützt wird die Bevölkerung zum einen präventiv durch die Genehmigungspflicht mit den einzuhaltenden Immissionsgrenzwerten und Abstandsflächen, sowie dem aus § 35 Abs. 3 Nr. 3 BauGB ableitbaren Rücksichtnahmegebot. Zum anderen auch privatrechtlich mit repressiver Wir-

⁹⁷ Vgl. dazu Landesdrucksache 14/ 240 vom 04.08.2006.

⁹⁸ NABU: Konflikte lösen und vermeiden – Leitfaden EE, Bonn, 2006, S. 8 f.

⁹⁹ OVG Koblenz: Urteil vom 16.03.2006, 1 A 10884/ 05, sowie OVG Rh/ Pf: Urteil vom 19.01.2006, 1 A 11312/ 04.

¹⁰⁰ Vgl. Michael-Otto-Stiftung: Forschungsbericht Vögel und Fledermäuse, Anlage 30. Sowie Bundesverband WindEnergie e. V.: Vogelschutz und Windenergie, Anlage 11.

¹⁰¹ Bundesverband WindEnergie e. V.: Fakten zur Windenergie, S. 5, Anlage 12. Sowie BMU: Umweltbewusstsein in Deutschland 2006 – Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage, Berlin, 2006, S. 28.

kung, beispielsweise durch den Unterlassungsanspruch aus § 1004 Bürgerliches Gesetzbuch.

Eine Klagebefugnis gegen einen VA (z. B. Baugenehmigung) besteht nach § 42 Abs. 2 VwGO erst dann, wenn nachweislich subjektive Rechte des Klägers betroffen sind. Können diese nicht direkt aus dem Gesetzeswortlaut entnommen werden muss auf die gängigen Auslegungstheorien zurückgegriffen werden.

Betrachtet werden müssen auch die Artikel 2 Abs. 1 und 14 Abs. 1 GG: Art. 14 GG schützt das Eigentum, was dem Eigentümer jedoch keine uneingeschränkten Abwehrrechte gegenüber Dritten einräumt. In das Eigentumsrecht und das Recht auf den Schutz des Lebens und der körperlichen Unversehrtheit kann durch Schrankentechnik per Gesetz eingegriffen werden, was z. B. hier durch das öffentliche Baurecht, sowie das BImSchG i. V. m. der TA Lärm geschehen ist. Die eigentliche Abwehrwirkung des GG entfaltet sich somit nur außerhalb dieser einfachen Gesetze, wobei Schwierigkeiten bei der Abgrenzung des Begriffs „Gesundheit“ bestehen.¹⁰²

Neben der Einhaltung gesetzlicher Bestimmungen und der Minimierung der von WEAs ausgehenden Beeinträchtigungen kann auch anderweitig versucht werden die Akzeptanz von Seiten der Bevölkerung zu verbessern. Bereits mehrmals erfolgreich praktiziert wurde ein „Tag des offenen Windrades“, bei dem sich Interessierte auch einmal eine WEA von innen, natürlich unter Beachtung von Sicherheitsvorkehrungen, ansehen können und ein Ansprechpartner für Fragen zur Verfügung steht. Transparenz und Aufklärung können auch durch Schautafeln, allerdings nicht in unmittelbarer Nähe der Anlagen, erreicht werden, wenn z. B. angezeigt wird wie viel Strom im Moment und über längere Zeiträume erzeugt wird, Daten zur Anlage etc.

Der Deutsche Naturschutzring e. V. (DNR) hat in Kooperation mit dem BMU und dem Umweltbundesamt eine Informationskampagne ins Leben gerufen „natur- und umweltverträgliche Windenergienutzung in Deutsch-

¹⁰² Mampel: Nachbarschutz im öffentlichen Baurecht, Herne/ Berlin, 1994, S. 36 ff.

land (onshore)“, die über die tatsächlichen Auswirkungen von WEAs auf Mensch, Natur und Umwelt aufklärt. Im Rahmen dieser Infokampagne wurde befristet bis September 2006 ein Fotowettbewerb „Windkraft im Visier“ organisiert, aus dessen Einsendungen eindeutig ersichtlich ist, dass die WEAs nicht nur negativen Einfluss auf die Ästhetik des Landschaftsbildes nehmen.¹⁰³ Des Weiteren gibt es den sog. Bürgerwindpark: Bürger, Kommunen etc. beteiligen sich mit kleineren Einlagen an dem Windpark, unterstützen so vor Ort die Stromproduktion aus EE und profitieren sogar noch finanziell dabei.¹⁰⁴ Diese diversen Ansatzpunkte zur Akzeptanzsteigerung haben sich in der Praxis bereits vielfach bewährt. Auch Rückmeldungen, den Tourismus und den Erholungsfaktor betreffend, haben gezeigt, dass die Aufklärung von Vorurteilen zu gesteigerter Neugierde und verbesserter Annahme führen.

Die anfängliche Abneigung wird mit der schnellen Veränderung des Vertrauten begründet, sie kann Emotionen der Unsicherheit, Trauer und des Identitätsverlustes hervorrufen.¹⁰⁵

Hilfreich wird generell eine frühzeitige Einbindung der Bevölkerung in den Planungsprozess sein. In Anlehnung an die rechtlichen Verpflichtungen und Möglichkeiten aus § 20 ff GemO kann dies am Einfachsten durch eine Informationsveranstaltung mit Diskussion und Klärung der aufkommenden Befürchtungen erfolgen. Wenn die Bürger wissen was auf sie zukommt und die Unsicherheiten beseitigt sind, kann mit mehr Offenheit gerechnet werden, die letztendlich auch für ein besseres „Gemeindeklima“ sorgt.

Um herauszufinden, ob sich die breite Zustimmung der Bevölkerung auch bei den direkten Angrenzern von WEAs widerspiegelt, wurde eine Befragung¹⁰⁶ von 50 Personen am Standort Geislingen an der Steige/ Aufhausen durchgeführt. Diese Umfrage ist nicht repräsentativ und zeigt auch nur das Stimmungsbild am konkreten Standort. In Geislingen an der Steige/

¹⁰³ Veröffentlichung der Resultate auf www.windkraft.dnr.de.

¹⁰⁴ Bundesverband WindEnergie e.V.: Fakten zur Windenergie, S. 8, Anlage 12.

¹⁰⁵ WM: Windfibel, S. 104 f.

¹⁰⁶ Fragebogen in Anlage 1.

Aufhausen befinden sich mittlerweile vier 2 MW WEAs: zwei, die bereits mehrere Jahre alt sind und zwei, die erst Mitte 2006 errichtet wurden.

Den Ergebnissen der Umfrage¹⁰⁷ ist zu entnehmen, dass sich die Mehrheit der Befragten nicht von den WEAs gestört fühlt, jedoch die optische Veränderung des Landschaftsbildes sehr wohl als negativ ansieht.

Der Einfluss der WEAs auf Tier- und Pflanzenwelt, sowie auf den Erholungswert der Landschaft wird als eher gering eingestuft. Definitiv werden dafür der Schattenwurf, wie auch Geräusche bemerkt, die sich je nach Lage der Gebäude und deren Aufenthaltsräumen, aber auch nach der vorhandenen Umgebungsbebauung unterscheiden. Diesbezüglich wurde erklärt, dass die Geräusche stark von der Windrichtung abhängen, die meiste Zeit aber noch anderweitig Geräusche entstehen, die die Aufmerksamkeit von den WEA-Immissionen ablenken.

Der „Schlag“ wird folglich bewusster wahrgenommen, wenn es ansonsten ruhig ist, also meist nachts.

Die Einstellung zu den WEAs spiegelt sich z. T. unbewusst in deren geschätzter Entfernung wider: je stärker die Beeinträchtigung empfunden wird, desto geringere Abstände werden angegeben. Der am häufigsten geschätzte Abstand von 1 km lässt, verglichen mit dem gebräuchlichen Mindestabstand von 500 m,¹⁰⁸ darauf schließen, dass die Befragten sich nicht übermäßig belästigt fühlen.

Gelegentlich wahrgenommene Lichtblitze und vereinzelt auftretender Eiswurf sind wahrscheinlich auf die älteren Anlagen zurückzuführen, bei denen die neuen Techniken wohl noch nicht eingesetzt wurden.

Neue WEAs werden mehrheitlich abgelehnt, da dadurch u. A. eine offensichtliche Überlastung des Landschaftsbildes befürchtet wird, jedoch sind 32 % zu Gunsten von Neuanlagen bzw. Repowering durchaus positiv zu bewerten.

Gespräche mit den Betroffenen ergaben, dass ein dort durchgeführter „Tag des offenen Windrades“ die Einstellung zu den WEAs verbessert habe. Negativ empfunden wurde die Tatsache, dass bei den neuen

¹⁰⁷ Auswertung der Umfrage in Anlage 2.

¹⁰⁸ DNR: Umwelt- und Naturverträgliche Windenergienutzung in D, S. 25, Anlage 14.

Anlagen keine gezielte Information mehr erfolgte und sie deren geplante Aufstellung erst über Pressemitteilungen erfuhren.

5.3.4 Emissionen und Immissionen

Die beiden Begriffe werden in § 3 Abs. 2 und 3 BImSchG definiert. Sie unterscheiden sich dahingehend, dass Emissionen von der Anlage ausgehen und Immissionen auf die Umwelt einwirken. Dabei kann es sich um Luftverunreinigung, Licht, Wärme... handeln. Im betrachteten Fall sind es Geräusche. Speziell dafür wurde die TA Lärm erlassen, die die von der WEA einzuhaltenden Immissionsgrenzwerte für die entsprechende Art der baulichen Nutzung unter der Nr. 6.1 enthält. Diese werden zusätzlich nach Tag- und Nachtwerten unterschieden und betragen beispielsweise tagsüber 55 dB(A) in allgemeinen Wohngebieten.¹⁰⁹ Da die Anlage ihre Geräusche nicht regeln kann ist der niedrigere Nachtwert einzuhalten. Bei der Genehmigung einer WEA ist ein entsprechender Nachweis zu erbringen, wobei auch die Windrichtung mit zu berücksichtigen ist.

I. d. R. bleiben die tatsächlichen Immissionen unter den Grenzwerten. Dies sollte aber von Zeit zu Zeit überprüft werden, da es sich um andauernde Geräusche handelt, die bei Überschreitung zu Gesundheitsschäden führen können.¹¹⁰ Trotzdem wurden bei der Entwicklung der WEAs Wege zur Geräuschkürzung gesucht: Es gibt bereits getriebelose Anlagen, Betontürme wirken dämpfend und auch die Maschinengondeln werden entsprechend isoliert.¹¹¹ Des Weiteren werden seit 1995 nur noch Luvläufer verwendet¹¹², bei denen der Rotor vor dem Turm läuft. Leeläufer, deren Rotor sich hinter dem Turm befinden, sind zusätzlichen Verwirbelungen ausgesetzt und daher lauter.¹¹³

¹⁰⁹ Vgl. dazu Überblick über Schallpegel und deren Empfindungen, Anlage 3.

¹¹⁰ Landesanstalt für Umweltschutz: Psst – Eine Information zum Thema Lärm, Rastatt, 2004, S. 6, Anlage 20.

¹¹¹ BMU: Erneuerbare Energien – Innovationen für die Zukunft, S. 61 ff.

¹¹² Reisi Windenergie – Technische Entwicklung, unter: <http://reisi.iset.uni-kassel.de>, Anlage 23.

¹¹³ Gasch, Twele (Hrsg.): Windkraftanlagen – Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb, Wiesbaden, 2005, S. 54.

5.3.5 Sonstiges

Bei bestimmtem Stand der Sonne kommt es zur Schattenbildung, die die angrenzenden Wohngebiete beeinträchtigt. Dieser *Schattenwurf* wird z. T. als sehr störend empfunden. Es besteht jedoch die Möglichkeit durch bestimmte Programme die Dauer der Beeinflussung eines bestimmten Gebietes zu ermitteln und die Anlage bei Überschreitung einer vorgegebenen Maximaldauer von 30 min pro Tag und 30 Stunden im Jahr abzuschalten.

Lichtblitze, auch als „*Diskoeffekt*“ bekannt, entstehen durch Reflexion der Sonnenstrahlung auf den Rotorblättern. Sie sind heute jedoch kaum noch problematisch, da bei den Rotoren nur noch mittel reflektierende Farben verwendet werden.

Schattenwurf und Lichtreflexe sind Immissionen im Sinne des BImSchG und werden durch Konkretisierung der vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) erarbeiteten Hinweise zur Ermittlung der optischen Immissionen von WEAs (WEA - Schattenwurf - Hinweise) geregelt.¹¹⁴ Die oben angesprochenen Vorgaben finden sich in den Nummern 3.1, 3.2 und 4.2.

Je nach Region und Standort besteht mehr oder weniger Gefahr des *Eiswurfs*. Bei entsprechender Witterung kann sich an den Rotorblättern Eis bilden, welches bei wieder aufgenommenem Betrieb durch die Fliehkraft in die Umgebung geschleudert werden kann und dadurch eine potenzielle Verletzungsgefahr entsteht. Die heutige Technik der WEAs ist im Stande den durch Eisansatz bedingten Leistungsrückgang zu erkennen und die Anlage abzuschalten. Vor der Reaktivierung sollte jeweils eine Sicherheitsüberprüfung erfolgen, die gewährleistet, dass keine Eiswurfgefahr mehr besteht. Da mit den Ausfällen auch Leistungseinbußen verbunden sind, wurden bereits beheizbare Rotorblätter entwickelt, die den Eisansatz zumindest anfänglich verhindern sollen.

¹¹⁴ LAI: WEA-Schattenwurf-Hinweise, Nr. 1.1, Anlage 19.

Trotzdem ist es empfehlenswert zum Schutz der Menschen Hinweistafeln aufzustellen, die auf eine mögliche Gefahr aufmerksam machen.¹¹⁵

Als letzter Konfliktpunkt soll noch die Brandgefahr erwähnt werden: In den, mit ca. 4 Anlagenbränden pro Jahr in Deutschland, relativ seltenen Brandfällen sind die Ursachen meist Blitzschlag, ein technischer Defekt oder Überhitzung. Durch die Erfordernisse bei der Typenprüfung im Rahmen des Genehmigungsverfahrens wird jedoch schon präventiv auf die notwendigen Standards geachtet. Zudem werden Sicherheitsvorkehrungen auch von den Versicherungen verlangt. Neben Feuerlöschanlagen, die sowohl mit Wasser, als auch bei wasserempfindlichen Komponenten mit Stickstoff löschen, wird heutzutage standardmäßig ein Blitzschutz eingebaut. Bei Großanlagen schlägt der Blitz jährlich laut Statistik im zweistelligen Bereich ein, doch die WEAs überstehen dies dank des Blitzschutzes meist unbeschadet. Durch die Abstandsregelungen des Landeswaldgesetzes werden im Ernstfall größere Schäden in Form von Waldbränden verhindert.¹¹⁶

6 Kostenaspekt

Die monetäre Betrachtung ist in der heutigen Zeit ein nicht zu unterschätzender Gesichtspunkt. Immer häufiger wird die Attraktivität einer Sache von ihren Kosten abhängig gemacht.

Auch bei der Windkraft ist die Kostenfrage ein zentrales Thema – steht die Rentabilität dieser Anlagen doch in unmittelbarem Zusammenhang mit der Entscheidung, ob investiert wird oder nicht!

Im folgenden Abschnitt wird eines der bedeutendsten Förderprogramme der EE genauer betrachtet: das Erneuerbare-Energien-Gesetz.

Zudem soll auch anhand von Rechenbeispielen der Kostenaspekt der WEAs hinterfragt werden.

¹¹⁵ WM: Windfibel, S. 71 f.

¹¹⁶ Landesdrucksache 14/ 241 vom 04.08.2006, Fragen 5 bis 7.

6.1 Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien (EEG)

Nach der Definition der konkurrierenden Gesetzgebung des Bundes, die sich aus Art. 72 GG ergibt, haben die Länder die Möglichkeit gesetzliche Regelungen zu treffen, solange der Bund dies nicht übernimmt. Im Falle des Energiesektors, der nach Art. 74 Abs. 1 Nr. 11 GG zur konkurrierenden Gesetzgebung hinzugerechnet wird, hat der Bund jedoch von seiner Zuständigkeit Gebrauch gemacht und das Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien, besser bekannt als das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), verabschiedet. Die Novelle trat am 21. Juli 2004 in Kraft und geht dem Energiewirtschaftsgesetz als *lex specialis* vor.

Das Gesetz verfolgt das Ziel die Einführung und die Etablierung EE zu erleichtern. Betreibern soll durch die Förderung kein Gewinn, dafür aber eine gewisse Planungssicherheit garantiert werden. Der Einstieg in die Windkraftnutzung wurde, auch im Hinblick auf die Ziele im Rahmen des Kyoto-Protokolls, rückblickend erfolgreich beschleunigt und anfängliche Schwierigkeiten bis zur Weiterentwicklung der Technik und der Ermöglichung eines wirtschaftlichen Betriebs überwunden. Weitere Ziele ergeben sich aus dem § 1 EEG und zeigen die zunehmende Einbeziehung des Klima- und Umweltschutzes.

Anwendung findet das Gesetz im gesamten Bundesgebiet, sowie der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone auf Anlagen, die Strom aus erneuerbaren Energien und aus Grubengas erzeugen (Vorrangprinzip vor konventioneller Stromerzeugung).

Ausgeschlossen werden jedoch in § 2 Abs. 2 EEG Anlagen, an denen die Bundesrepublik Deutschland oder ein Land zu mehr als 25 % beteiligt ist und die bis zum 31. Juli 2004 in Betrieb genommen worden sind.

Dieses Ausschlussprinzip erfasst folglich keine Kommunen – ihnen ist die Beteiligung an erneuerbaren Energien grundsätzlich, jedoch unter Vorbehalt der Regelungen des kommunalen Wirtschaftsrechts¹¹⁷ frei gestellt.

¹¹⁷ Betroffen ist im vorliegenden Fall die Gemeindeordnung, vgl. 3.1.

Die nachfolgende Betrachtung des EEG¹¹⁸ soll sich schwerpunktmäßig auf die wesentlichen Belange bezüglich dem Verhältnis zwischen Anlagen- und Netzbetreiber beschränken.

6.1.1 Einspeisungs- und Vergütungsregelungen

Der Einspeisungs- und Vergütungsanspruch lässt sich herleiten aus früheren kartellrechtlichen Bestimmungen. Damals sollte verhindert werden, dass große etablierte Unternehmen kleinere Betriebe der Energieerzeugung, noch ohne Beschränkung auf EE, beim Stromzugang durch Abhängigkeit ausspielen und den Wettbewerb beschränken können.¹¹⁹

Das EEG setzt sich zusammen aus einem vierstufigen gesetzlichen Vergütungs- und Verteilungsmechanismus – auch Markteinführungsmechanismus genannt – der sich aus Anschluss-, vorrangiger Abnahme-, Übertragungs- und Vergütungspflicht zusammensetzt. Eine fünfte Stufe, der Absatz an den Endverbraucher, ist privatrechtlich per Vertrag zu regeln und wird hier nicht näher erläutert.¹²⁰

Der Netzbetreiber hat nach § 4 Abs. 1 EEG die Pflicht den gesamten, aus EE gewonnenen Strom vorrangig und unverzüglich an sein Netz anzubinden, abzunehmen und weiterzuleiten. Dabei kommt es nicht nur auf die Distanz zum Netz an, sondern auf die technisch und wirtschaftlich gesehen günstigste Möglichkeit.¹²¹ Damit soll dem Ziel des Gesetzes entsprochen werden, die Kosten für die Stromeinspeisung möglichst gering zu halten und so den Anteil an EE weiter zu erhöhen.¹²² Ggf. kann dem Netzbetreiber nach Abs. 2 Satz 2, bei Vorlage einer Genehmigung, auch ein entsprechender Ausbau des Netzes zugemutet werden. Diese Prämisse stellt eine Absicherung für den Netzbetreiber dar, der die geschuldeten Bemü-

¹¹⁸ Näheres zur Entstehungsgeschichte des EEG im Anhang, Anlage 4.

¹¹⁹ Altröck, Oschmann, Theobald, S. 27.

¹²⁰ Altröck, Oschmann, Theobald, S. 130 und 164.

¹²¹ Vgl. zur Übernahme von Netz- und Anschlusskosten § 13 EEG.

¹²² Fischer und Henning: Stromabnahme, Netzlastmanagement und Netzausbau nach § 4 EEG, in: Zeitschrift für Umweltrecht (ZUR), Nr. 5/ 2006, S. 225 f.

hungen des Netzanschlusses nicht grundlos übernehmen soll. Ein gewisses Restrisiko bleibt jedoch bestehen.¹²³

Neuerdings gilt die Pflicht nach § 4 Abs. 5 auch für Netze Dritter¹²⁴, die nicht Netzbetreiber nach § 3 Abs. 7 EEG¹²⁵ sind.

Der Vergütungsanspruch beschränkt sich auf Anlagen, die nach § 5 Abs. 1 EEG eine reine Stromproduktion aus EE oder Grubengas betreiben. Abs. 1 S. 2 verlangt zusätzlich den Einbau eines Drehstromzählers bei WEAs mit einem Ertrag über 0,5 MW, um einen sicheren Nachweis über die erbrachte Leistung zu liefern und diese vergütet zu bekommen. Im Vergleich zur früher praktizierten Schätzung hat die Novellierung für mehr Sicherheit und auch für eine Entschärfung von Konfliktpotenzial zwischen Anlagen- und Netzbetreiber gesorgt. Zur Ermittlung des genauen Vergütungsanspruchs in Abs. 1 S. 1 EEG wird entsprechend der verschiedenen Arten auf die §§ 6 bis 12 EEG verwiesen, wobei § 12 EEG allgemeine, ergänzende Vorschriften zur Abnahme, Übertragung und Vergütung enthält, die teilweise bis zur Novellierung noch strittig waren: z B. wurde in Abs. 1 klar gestellt, dass der Vergütungsanspruch ein gesetzliches Schuldverhältnis darstellt und nicht erst durch Vertrag begründet werden muss.

Für Anlagen, die bereits vor dem 31. Juli 2004 in Betrieb genommen wurden gelten die Übergangsbestimmungen des § 21 EEG.

6.1.2 Konkrete Übertragung auf Windkraftanlagen

Ein konkreter Vergütungsanspruch entsteht mit der Einspeisung der ersten kWh in das Netz. Um dies nachzuweisen ist in jedem Fall der Einbau eines Messgeräts erforderlich, da bei heutigem Stand der Technik i. d. R. keine WEAs mehr unter 0,5 MW neu gebaut werden.

¹²³ Fischer und Henning, S. 227.

¹²⁴ z. B. Arealnetz oder Netzwerke anderer angrenzender Windparks.

Altrock, Oschmann, Theobald, S. 157.

¹²⁵ § 3 Abs. 7 EEG: Netzbetreiber sind Betreiber von Netzen aller Spannungsebenen für die allgemeine Versorgung mit Elektrizität.

Erlangt der Netzbetreiber Kenntnis von der eingespeisten Strommenge, so wird der Anspruch des Anlagenbetreibers fällig und er kann die gesetzliche Mindestvergütung verlangen. Natürlich ist es möglich vertraglich abweichende Werte zu vereinbaren, jedoch müssen diese über dem Mindestbetrag liegen.

Die Vergütungsregelungen für Windenergie sind in § 10 EEG geregelt.

Demnach wird die Mindestvergütung für Strom aus WEAs auf einen Mindestbetrag von 5,5 Cent pro kWh festgelegt.

Darüber hinaus wird ein erhöhter Förderbetrag von zusätzlich 3,2 Cent über die Dauer von 5 Jahren garantiert. Dieser Zeitraum kann sich je nach Standortbedingungen der einzelnen Anlage noch verlängern. Betrachtet wird dabei das jeweilige prozentuale Verhältnis des von der Anlage tatsächlich geleisteten Ertrages zum Referenzertrag, der sich für jede Anlage aus festen Angaben im Anhang zum EEG – bezogen auf einen durchschnittlich geeigneten Standort – berechnen lässt. Liegt der errechnete Prozentsatz unter 150 %, so verlängert sich die Dauer der erhöhten Mindestvergütung für jede 0,75 % um 2 Monate.

Abs. 2 widmet sich explizit Repowering- Anlagen. Bei ihnen wird sogar mit 0,6 % - Schritten gerechnet, was den Förderzeitraum im Vergleich zu den Neuanlagen weiter verlängert. Allerdings sind die Vergütungen für Repowering auch an strengere Bedingungen geknüpft: Die Inbetriebnahme der Altanlage muss bis zum 31.12.1995 erfolgt sein und die neue Anlage muss eine mindestens dreimal so hohe installierte Leistung vorweisen. Dafür kommt nur eine begrenzte Anzahl von WEAs in Betracht, da vor dem Stichtag in Deutschland lediglich ein verhältnismäßig geringer Ausbau der Windenergie erfolgt war.

Die Mindestvergütungssätze sind degressiv ausgestaltet:

Seit dem 01.01.2005 wird der jeweilige Vergütungsbetrag des Vorjahres, gestützt auf § 10 Abs. 5 EEG, bei Onshore-Anlagen um jährlich 2% ge-

kürzt.¹²⁶ Dadurch soll der stetigen technischen Weiterentwicklung und der damit verbundenen Effizienzsteigerung Rechnung getragen werden.

Der zu beanspruchende Betrag für eine Anlage richtet sich danach, wie hoch die Vergütung zu Beginn des Jahres der Inbetriebnahme ist und wird dann, abgesehen von der erhöhten Anfangsförderung, über den kompletten Vergütungszeitraum konstant bezahlt.

§ 12 Abs. 3 EEG verspricht eine Vergütung für die Dauer von 20 Jahren, beginnend mit dem 01.01. des auf die Inbetriebnahme folgenden Jahres. Das Inbetriebnahmejahr wird jedoch ausdrücklich in den Zeitraum des Vergütungsanspruches mit einbezogen.

Von seiner Einspeisungs- und Vergütungspflicht entbunden werden kann der Netzbetreiber laut § 10 Abs. 4 EEG, als Ausnahme zu § 5 Abs. 1, wenn ihm nicht vor Inbetriebnahme der Anlage nachgewiesen wird, dass an dem vorgesehenen Standort mindestens 60 % des Referenzertrages erzielt werden können.¹²⁷

6.1.3 Erläuterung zu einer beispielhaften Berechnung

Die Berechnungsbeispiele sind im Anhang unter Nr. 5 abgedruckt und dienen als Grundlage für die anschließenden Schlussfolgerungen.

In der Tabelle unter Nr. 1 werden die sog. Grundvergütungsbeträge unter Berücksichtigung der degressiven Absenkung dargestellt.

Wie aus den weiteren Beispielen ersichtlich ist, nimmt die Dauer der erhöhten Grundvergütung mit zunehmender Differenz zwischen Referenzertrag und tatsächlichem Ertrag zu. Je schlechter also die Standortbedingungen ausfallen, desto länger wird der erhöhte Anfangsvergütungssatz gewährt, jedoch darf die Grenze von 60 % des Referenzertrages, wie oben erläutert, von Anlagen mit Inbetriebnahmedatum ab dem 31.07.2005 nicht unterschritten werden, da ansonsten keine Förderung gewährt wird

¹²⁶ Vgl. Tabelle unter Nr. 1, Anlage Nr. 5.

¹²⁷ Diese Regelung gilt allerdings nur für Anlagen, die nach dem 31. Juli 2005 in Betrieb genommen wurden. Vgl. § 21 Abs. 4 EEG.

(§ 10 Abs. 4 EEG). Durch die 60 % Regelung sollen völlig ungeeignete Standorten von vorn herein ausgeschlossen werden, um so auch den Missbrauch der Vergütung zu verhindern.

Die Einführung einer bundeseinheitlichen Mindestvergütung und somit ein Verzicht auf individuelle Überprüfung der Kosten und der Wirtschaftlichkeit sollen den wirtschaftlichen Betrieb der Anlagen ermöglichen, jedoch keine Gewinnsicherheit bzw. einen rentablen Anlagenbetrieb für die Betreiber garantieren. Grundsätzlich soll eine unnötig hohe Vergütung vermieden werden, um betriebswirtschaftliche Differenzkosten der Stromerzeuger aus EE möglichst gering zu halten.¹²⁸ Die Differenzkosten werden in § 15 Abs. 1 EEG definiert als Differenz zwischen den nach § 14 Abs. 1 und 5 EEG bezahlten Vergütungen und den durchschnittlichen Strombezugskosten pro kWh. Sie werden durch die EEG-Umlage im Strompreis auf die Endverbraucher übertragen und machen momentan ca. 3 % des Strompreises aus.¹²⁹

Das EEG nimmt bereits international eine Vorbildfunktion ein, da die Alternative der Quotenmodelle aus momentaner Sicht teurer und auch nicht so effektiv sind.¹³⁰

6.1.4 Beitrag des EEG zur Konfliktvermeidung

Wie aus der Zielsetzung in § 1 EEG zu entnehmen ist, soll die Gesetzgebung auch zur Vermeidung von Konflikten im Zusammenhang mit den EE beitragen. Hierzu einige Beispiele:

§ 15 schafft notwendige Transparenz durch die seit 07.11.06 bestehende Pflicht der Netzbetreiber ihre Zahlen über eingespeisten Strom aus EE in kWh und die Differenzkosten des abgeschlossenen Geschäftsjahres im Internet zu veröffentlichen. Vorausgesetzt wird ein entsprechender Nach-

¹²⁸ Altröck, Oschmann, Theobald, S. 165.

¹²⁹ BMU: Was Strom aus erneuerbaren Energien wirklich kostet, Berlin, 2006, S. 5 ff.

¹³⁰ BMU: Umweltpolitik - Erneuerbare Energien in Zahlen – nationale und internationale Entwicklung, Berlin, 2006, S. 31.

weis durch einen Wirtschaftsprüfer oder vereidigten Buchprüfer, um die Authentizität der Daten zu belegen.¹³¹

Nach § 17 EEG besteht die Möglichkeit für den Anlagenbetreiber sich einen sog. Herkunftsausweis ausstellen zu lassen. Voraussetzungen hierfür sind enthaltene Mindestangaben, die in Abs. 2 aufgeführt werden.

Dieser Paragraph lässt sich auf Ansprüche aus dem EU-Recht zurückführen, wonach der Anlagenbetreiber einen sicheren Nachweis erhält, mit dem er auch beim EU-weiten Handel seine Glaubwürdigkeit, Strom aus EE zu erzeugen, bestätigen kann.

Um einen Missbrauch der Vergütung aus dem EEG zu vermeiden, regelt § 18 EEG das Doppelvermarktungsverbot. Demnach ist es ebenfalls verboten, bereits den Nachweis über die Erzeugung von Strom aus EE weiterzugeben, da auf Basis dieses Nachweises ebenfalls eine Vermarktung unabhängig vom Strom erfolgen kann.¹³²

In § 19 EEG wird die Möglichkeit eröffnet, zur Lösung von Unstimmigkeiten und offenen Fragen unter Einbeziehung der betroffenen Kreise, eine Clearingstelle einzurichten. Zuständig dafür ist das BMU. Bislang wurde diese Handhabe jedoch leider noch nicht genutzt, wobei diese Stelle sicherlich ein effektives Mittel zur außergerichtlichen Konfliktbewältigung darstellen würde.

Mit der Änderung zum 07.11.2006 wurde auch der § 19a EEG eingeführt, welcher der Bundesnetzagentur die Aufgaben der Überwachung von Abrechnungen bzgl. Vergütungen und der kommenden Veröffentlichungspflicht überträgt.

Die degressiv ausgestalteten Vergütungssätze tragen zu einer steigenden Akzeptanz der EE bei. Zudem muss klargestellt werden, dass es sich bei der Förderung um keine staatlichen Subventionen, wie beispielsweise

¹³¹ Altröck, Oschmann, Theobald, S. 428.

¹³² Altröck, Oschmann, Theobald, S. 511.

beim Steinkohlebergbau handelt. Die entstehenden Kosten werden, wie oben im Zusammenhang mit den Differenzkosten erläutert, auf die Endverbraucher umgelegt, wobei § 16 EEG für stromintensive Unternehmen eine Sonderregelung vorsieht.

6.2 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

EE sind heute zwar gefragter denn je, aber eben oft noch nicht so weit entwickelt, dass sie ohne die staatlichen Förderprogramme auskämen. Im Bereich Windkraft kann bereits von einer ausreichenden technologischen Fortentwicklung gesprochen werden, die durchaus im Stande ist eigenständig die Grenze zur Wirtschaftlichkeit zu überwinden. Innovationen wie der Supraleiter werden zukünftig weitere Steigerungen bewirken, da durch deren Technik der Reibungsverlust innerhalb der Stromleitungen nahezu ausgeschlossen werden kann. Eine Anwendung in der Gondel der WEA würde zu erheblichen Gewichtsreduzierungen, sowie zu Wirkungsgradsteigerungen führen.¹³³ Die ab 2007 verstärkt geförderte Brennstoffzelle könnte durch die Möglichkeit der Speicherung überschüssiger Energie zu einer kontinuierlicheren Bereitstellung von Strom aus Windkraft führen. Bezüglich der Finanzierung stehen der Kommune an sich bereits günstige Konditionen zur Verfügung. Darüber hinaus bietet aber auch die Kreditanstalt für Wiederaufbau günstige Finanzierungen zur Förderung EE an.

6.2.1 Wirkungsgrad und Leistung heutiger Windkraftanlagen

Betrachtet man den momentanen technischen Stand der WEAs, so bleibt einem die stetige Weiterentwicklung nicht verborgen: Wurden im Binnenland beispielsweise um 2000 Anlagen mit 0,5 MW Nennleistung aufgestellt, so ist 2006 bereits ein Standard von 2 MW üblich. Da in Deutschland, speziell in Baden-Württemberg, geeignete und auch nutzbare Standorte knapp werden, wird immer häufiger Repowering betrieben.

¹³³ Vgl. Schröder: Eiskalte Zukunft, in: Wirtschaftswoche Nr. 3/ 2007, S. 89 ff, Anlage 27.

Zusätzlich verstärkt sich auch der Ausbau auf dem Meer (Offshore) mit Anlagen der 5 bis 6 MW Klasse, deren Eigenheiten nun auch in Testfeldern näher untersucht werden sollen.¹³⁴

Die Praxis zeigt, dass bei den gängigen 2 MW Anlagen durchaus ein Bestwirkungsgrad zwischen 45 und 50 % erreicht werden kann.¹³⁵ Bedenkt man, dass das Maximum der aus dem Wind zu entnehmenden Energie beim gängigen Auftriebsprinzip bei 59 % liegt, so zeigt sich der Fortschritt der Entwicklung.¹³⁶

Kernkraftwerke, im Vergleich, sind nahezu das ganze Jahr einsatzbereit und haben einen Wirkungsgrad von ca. 88 %. Die durchschnittliche Nennleistung eines Werks beträgt 1.300 MW, also das 650 fache einer 2 MW WEA.¹³⁷ Somit sind Vorstellungen, alleine durch Windkraft die Kernenergie ersetzen zu können, utopisch. Selbst unter Einbeziehung der noch erschließbaren Offshorepotenziale scheint dies unmöglich. Allerdings kann im Zusammenspiel mit anderen EE ein wachsender Anteil der Stromversorgung gedeckt werden.

Verluste entstehen momentan noch zu Zeiten hoher Produktivität und geringerem Bedarf. Dies führt dazu, dass die Anlagen temporär gedrosselt bzw. sogar abgeschaltet werden. Lösungsmöglichkeiten sieht man, wie bereits genannt, in der Entwicklung von speziellen Speichern, durch die derartige Spitzen ausgeglichen werden können.

6.2.2 Abhängigkeiten der Leistung

Die Leistung der WEAs ist abhängig vom Windangebot.

Der Gesetzgeber geht bei seinen Vorgaben im EEG von einem Referenzstandort aus, an dem 1.700 Volllaststunden Betrieb im Jahr erreicht wer-

¹³⁴ Zur Offshoreforschung siehe auch 2.2.

¹³⁵ Gasch, Twele, S. 118 f.

¹³⁶ BMU: Erneuerbare Energien – Innovationen für die Zukunft, Berlin, 2006, S. 60.

¹³⁷ www.kernenergie.net/informationskreis/de/wissen, Anlage 16.

den. Dies trifft z. B. auf einen mittelmäßigen Standort in Brandenburg zu.¹³⁸

Bei der Gewinnung von Strom aus Windkraft wird die kinetische Energie des Windes in mechanische Drehbewegung des Rotors umgewandelt, der daraus mit Hilfe eines Generators Strom produziert.

Der Wind entsteht durch die Verschiebung von kalten und warmen Luftschichten. Luft wird durch Sonnenenergie erwärmt und steigt auf, dabei werden Kaltluftschichten nach unten gedrückt, wobei diese Bewegung von der natürlichen Drehbewegung der Erde noch unterstützt wird. Man kann somit bei Windenergie auch von einer indirekten Form der Sonnenenergie sprechen.¹³⁹ So entstehen je nach Untergrund und Höhenlage unterschiedliche Bedingungen der Windhöffigkeit. Generell gilt, dass die Windstärke mit zunehmender Höhe auch zunimmt, die Turbulenzen aber abnehmen, was beides von Vorteil für die WEAs und ihre Leistungsfähigkeit ist. Zu beachten ist die Veränderung der Windbedingungen in einem Windpark mit mehreren Anlagen: Wird nicht genügend Abstand eingehalten, so kann es auch hier zu Turbulenzen kommen, die die Leistung der benachbarten Anlagen reduzieren kann.

Die Physik hat eine Formel zur Berechnung der in der Windenergie enthaltenen Leistung entwickelt:

$$P(\text{Wind}) = \frac{1}{2} * \rho * F * v^3$$

Kurze Erläuterung: **P** ist die Leistung, die aus Windenergie gewonnen werden kann, **ρ** entspricht der Luftdichte, **F** stellt die Fläche, die vom Wind durchströmt wird dar und **v** steht für die Windgeschwindigkeit.

Wie aus der Formel ersichtlich ist hängt sehr viel von der Windgeschwindigkeit ab. Durch die dritte Potenz können bereits kleinere Abweichungen eine große Wirkung hervorrufen: die doppelte Windgeschwindigkeit erzeugt beispielsweise das Achtfache an Leistung. Nicht zu vergessen ist

¹³⁸ Gasch, Twele, S. 118, sowie Schiffer: Energiemarkt Deutschland, 9. Auflage, Köln, 2005, S. 244.

¹³⁹ Altröck, Oschmann, Theobald, S. 105 ff.

die durchströmte Fläche F , die sich aus der Multiplikation von „Pi“ mit der zweiten Potenz des Radius ergibt. Bei einem Rotor mit dem Durchmesser 90 m wäre das eine Fläche von 6.362 m². Somit spielt auch der Rotordurchmesser eine Rolle und es wird verständlich, wieso die Betreiber immer höher und immer größere Rotoren bauen wollen.

Die Windhöffigkeit eines Standorts ist z. T. schwer zu ermitteln. Aus Windkarten lassen sich meist keine genauen Daten entnehmen, zudem sind die Abstände der Messungen doch sehr groß und können bei abwechslungsreicher Topographie schnell zu Ungenauigkeiten bzw. kompletten Abweichungen führen. In Anbetracht der Wichtigkeit dieses Wertes ist daher die Einholung eines Windgutachtens empfehlenswert. Dies muss, um hinreichend genau zu sein, über einen längeren Zeitraum, i. d. R. ein Jahr, die Windverhältnisse am konkreten Standort messen. Mittlerweile besteht auch die Möglichkeit einer ungefähren Berechnung über diverse Computerprogramme.¹⁴⁰

Die Abhängigkeit vom Standort wird auch noch in einem weiteren Aspekt deutlich: der Geländerauhigkeit. Sie beeinflusst ebenfalls die Windgeschwindigkeit¹⁴¹ je nach Geländeoberfläche. Aus der Tabelle im Anhang, Anlage Nr. 6, ist zu entnehmen, dass der Widerstand auf dem Wasser im Vergleich zu Wiese oder Wald fast gleich null ist. Ein zusätzlicher Grund, der die höhere Leistungsfähigkeit der Offshorstandorte belegt.¹⁴²

Bei zu hoher Windgeschwindigkeit muss zum Schutz der Anlage ein Bremsmechanismus vorgesehen sein. Bei neuen Anlagen funktioniert dies überwiegend durch die Pitch-Regelung, bei der die Rotorblätter entsprechend der Windstärke mehr oder weniger in Windrichtung gedreht werden. Das Ganze wird durch integrierte Messgeräte kontrolliert und gesteuert.

¹⁴⁰ Bei Interesse: Vgl. Gasch, Twele, S. 170 ff.

¹⁴¹ Lux, Sontow, Voß: Systemtechnische Analyse der Auswirkungen einer windtechnischen Stromerzeugung auf den konventionellen Kraftwerkspark, Stuttgart, 1999, S. 15.

¹⁴² Zu Auswirkungen der Rauigkeit auf Leistungsfähigkeit: vgl. Bundesverband Wind-Energie e.V.: Ausweisung von Windvorrangflächen unter dem Gesichtspunkt der 60 % Referenzertrag Regelung des novellierten EEG, Anlage 10.

Die früher verwendete Stall-Regelung basiert auf einer Plattform, die bei hohen Geschwindigkeiten einen Abriss der Strömung hinter dem Flügel verursacht, dessen Turbulenzen den weiteren Antrieb des Rotors unterbrechen. Nachteilig ist neben der höheren Belastung der Anlage noch die langsame Reaktionszeit, die mit Leistungsverlust verbunden ist und daher kaum noch Anwendung findet.¹⁴³

6.2.3 Kostenpunkte

Für die anschließende Investitionsrechnung sind die zu Grunde gelegten Daten mit von entscheidender Wichtigkeit für das Ergebnis. Die Angaben basieren auf Erfahrungswerten durch Betreiber und auf Auswertungen im Internet.¹⁴⁴ Die Höhe der einzelnen Positionen war teilweise sehr unterschiedlich, deshalb wurde zur Berechnung generell vom höheren Wert ausgegangen. Somit ist beim Ergebnis zu beachten, dass dies sozusagen den Mindestwert darstellt. Natürlich ist dies jeweils auch abhängig von den individuellen Bedingungen am Standort.

Die einzelnen Kostenpunkte sind der Berechnung in Anlage Nr. 7 zu entnehmen. Besonders betrachtet werden sollen lediglich die Kosten für Windgutachten – es besteht durchaus die Möglichkeit, dass zwei oder mehr Windgutachten erstellt werden, um sich genügend abzusichern.¹⁴⁵

Oftmals wird dies auch von Banken verlangt, die erst mit Nachweis der Geeignetheit des Standortes die Einwilligung zur Gewährung eines Darlehens erteilen. Und ein aussagekräftiges Gutachten, das den Standort über eine längere Zeit auswertet um genauere Daten zu erzielen, ist verständlicherweise nicht billig. Die Investition für die Anlage selbst enthält heute auch Transport, Montage, sowie im Turm integrierten Trafo. Durch standardisierte Verfahren und neue Entwicklungen bzgl. Konstruktion und Material verbilligen sich die Herstellungskosten, der Gesamtpreis wird aber

¹⁴³ <http://www.windpower.org/de/tour/wtrb/powerreg.htm>, Anlage 22.

¹⁴⁴ Vgl. dazu Berechnungen aus Anlage Nr. 7.

Sowie: BMU: EE – Innovationen für die Zukunft, S. 63. Und: <http://reisi.iset.uni-kassel.de>.

¹⁴⁵ Bundesverband WindEnergie e. V.: Mit grünen Anlagen schwarze Zahlen schreiben, 3. Auflage, Osnabrück, 2004, S. 3.

auch durch den steigenden Export beeinflusst. Die Kosten für die Verlegung der Stromkabel bis zur „günstigsten“ Netzanbindung trägt nach § 13 Abs. 1 EEG der Anlagenbetreiber, ebenso wie die Wegekosten für die Erschließung und die spätere Zugänglichkeit für Wartungsarbeiten. Der durch das Vorhaben verursachte Eingriff muss laut Naturschutzgesetz ausgeglichen werden, bei der Beispielrechnung wurde dabei von einer ungefähren Ausgleichzahlung im oberen Bereich ausgegangen.

Eine Pflicht zur Sicherung des Rückbaus und eine dem entsprechend anzulegende Rücklage ergeben sich aus § 35 Abs. 5 S. 2 BauGB.

Bezüglich der Betriebskosten ist zu erwähnen, dass die WEA nur während des Stillstandes Strom aus dem Netz verbraucht, um die Elektronik zu versorgen und einzelne Teile mit Hilfe von Lüftern zu kühlen.

Gebremst wird durch entsprechende Stellung der Rotorblätter (Pitch-Regelung¹⁴⁶) und verursacht daher keinen Stromverbrauch.

In der Praxis ist es üblich das benötigte Gelände zu pachten, da der Grunderwerb vermutlich teurer wäre und die Fläche meist für begrenzte Zeit in Anspruch genommen wird. Dafür haben sich bei den modernen Anlagen die Versicherungskosten reduziert, weil durch neue Entwicklungen mehr Sicherheit gewährleistet wird und frühere Gefahren, wie z. B. Blitzschlag, nur noch selten auftreten.

6.2.4 Investitionsrechnung

Ausgegangen wird bei diesem Beispiel von einer Onshore WEA mit 2 MW Nennleistung, die zum 01.01.2006 in Betrieb genommen wurde. A. G. des Verhältnisses zum gesetzlichen Referenzertrag wird die erhöhte Anfangsvergütung um 5 Jahre verlängert. Die Nutzungsdauer wird auf 20 Jahre angesetzt, da die meisten Anlagen noch nicht so alt sind und keine gegenteiligen Erfahrungswerte vorliegen.

Bei der Berechnung wird vereinfachend unterstellt, dass in jedem Jahr ein Ertrag von 4 Mio. kWh erzielt wird und die Betriebsausgaben konstant an-

¹⁴⁶ Gasch, Twele, S. 58 ff.

fallen. Das Ergebnis der dynamischen Investitionsrechnung stellt die Situation vor Steuern dar und muss daher als vorläufig angesehen werden. Nachträglich sind anfallende Steuern und mögliche Fremdkapitalzinsen bei Fremdfinanzierung zu berücksichtigen, die in dieser Beispielrechnung aber nicht mit einbezogen werden. Die Umsatzsteuer wird nicht mit eingerechnet, da sie sich als durchlaufender Posten wieder egalisiert.

Bei dem anfänglich verwendeten kalkulatorischen Zinssatz wird von 8 % ausgegangen. Dies stellt einen Mischzinssatz dar, der von der marktüblichen Verzinsung des eingesetzten Kapitals über die Nutzungsdauer von 20 Jahren mit leichtem Risikozuschlag ausgeht.

Über die Kapitalwertmethode werden zunächst die Einzahlungen, Auszahlungen und Minderzahlungen betrachtet und aus dem daraus resultierenden negativen Kapitalwert ist ersichtlich, dass sich das eingesetzte Kapital nicht amortisiert, also noch nicht wieder eingenommen wird.

Eine Verzinsung von 8 % wurde nicht erreicht.

Über die Interne Zinssatzrechnung kommt man auf eine dynamische Investitionsrentabilität von 7,01 %, eine bei WEAs übliche mittlere Verzinsung.¹⁴⁷ Wenn man berücksichtigt, dass bei den Auszahlungen jeweils von den höheren Angaben ausgegangen wurde und dies sozusagen die Mindestverzinsung für diesen Standort darstellt, kann man mit dem Resultat durchaus zufrieden sein. Zudem wird immer häufiger angeführt, dass die externen Kosten, wie etwa Kosten für die Beseitigung der Umweltschäden, noch nicht in derartige Berechnungen einfließen. Würde z. B. berücksichtigt, wie viel CO₂-Ausstoß durch WEAs vermieden werden kann, würde sich das Ergebnis noch einmal anders gestalten.

Im Falle des Berechnungsbeispiels hätte sich die Investition statisch, also ohne Berücksichtigung der Zinsen, nach 9 Jahren amortisiert. Es sei aber noch einmal betont, dass diese Investitionsrechnung für jeden Einzelfall berechnet werden muss und nach den Bedingungen vor Ort und dem Anlagentyp zu beurteilen ist.

¹⁴⁷ Bundesverband WindEnergie e. V.: Mit einer grünen Anlage schwarze Zahlen schreiben, S. 9.

7 Zusammenfassung/ Empfehlung

Aus den betrachteten Aspekten ist ersichtlich, dass die Windkraftnutzung für Kommunen durchaus Positives hergibt:

Für die direkte Beteiligung an den WEAs bieten sich den Kommunen diverse Rechtsformen, von denen jede mehr oder weniger Handlungsspielräume und Einfluss des Gemeinderats beinhaltet. Je nach Zielsetzung ist es den Gemeinden überlassen, die für ihre Zwecke optimale Variante zu wählen.

Die eigenständige Übernahme der Energieversorgung des Gemeindegebietes hängt auch von der finanziellen Haushaltslage und der damit verbundenen Leistungsfähigkeit der Kommune ab. Steht ein derartiges Unternehmen außer Verhältnis zu den finanziellen Möglichkeiten der Gemeinde, so ist ihr die wirtschaftliche Betätigung an sich untersagt.

Dennoch erscheint der aktuelle Trend, vieles an Dritte zu vergeben, langfristig auch nicht unbedingt als sinnvoll – immerhin gibt die Kommune damit ein Stück ihrer Kontrolle und ihrer Steuerung auf.

Natürlich ist aus momentaner Sicht eine reine Stromversorgung aus Windkraft noch nicht möglich, eine Kombination aus verschiedenen Arten der Energiegewinnung kann aber Versorgungssicherheit gewährleisten und zudem eine Abhängigkeit von äußeren Einflüssen verringern.

Durch beispielhafte Berechnung der dynamischen Investitionsrentabilität zeigte sich, dass WEAs einen durchaus wirtschaftlichen Betrieb erreichen können. Sind die Auswirkungen auf die Gewerbesteuer auch nicht immer erheblich, so wird zumindest ein Teil zur Einnahmensteigerung beigetragen. Gleichzeitig wird die regionale Wertschöpfung gefördert.

Neben einer direkten oder indirekten Beteiligung an der Stromversorgung ist die Kommune in jedem Fall aufgefordert, die für ihr Gemeindegebiet übertragene Planungshoheit auszunutzen. Unter Beachtung der Vorgaben durch die Raumordnungspläne können so Vorrang- und gleichzeitig Ausschlussgebiete festgelegt werden. Diese Ausweisung ist zwar durch die

aufwändige Abwägung der zu berücksichtigenden Belange an den unterschiedlichen Standorten nicht einfach, dafür wird hiermit aber bereits Konfliktprävention betrieben.

Gezeigt werden konnte diesbezüglich, dass die Konflikte im Zusammenhang mit WEAs größtenteils reduzierbar sind, wenn schon frühzeitig auf entsprechend sensible Standorte acht gegeben und der aktuelle Stand der technischen Entwicklung angewandt wird.

Unter Einbeziehung der vorgeschlagenen Maßnahmen lässt sich die Akzeptanz von Seiten der Bevölkerung steigern und das Gemeindeklima deutlich entspannen. Zudem kommt die Kommune so ihrer Vorbildfunktion nach und kann dadurch zur Steigerung des Gemeindeimages beitragen: Wer EE umweltverträglich in die Kommune mit einbindet ist innovativ und zeigt, dass auch konfliktreiche Vorhaben erfolgreich und zufriedenstellend bewältigt werden können.

Der Wind wird nicht verbraucht und ist zuverlässiger, als z. B. die Sonne. Nicht immer kann die maximale Ausbeute erzielt werden, doch bereits bei geringer Windstärke wird Strom erzeugt! Die stetige technologische Weiterentwicklung verspricht mehr Effizienz und damit einen wachsenden Anteil an der Deckung des Gesamtstrombedarfs.

Letztlich macht es mehr Sinn jetzt in EE zu investieren, als später mit der Vorbeugung und den Auswirkungen von Naturkatastrophen zu kämpfen.

Neben der Windkraft befinden sich noch zahlreiche Projekte in der Entwicklung, die von Kommunen genutzt werden können, wie etwa Photovoltaik oder Erdwärme. Die Chance zur Förderung und Unterstützung des angestrebten und klimatisch notwendigen Ausbaus EE muss ergriffen werden. In Anbetracht des, laut Wissenschaft, bereits fortgeschrittenen Klimawandels ist es erforderlich, jede Möglichkeit der umweltschonenden Energiegewinnung zu nutzen und diese weiter zu entwickeln. Die Summe der in Anspruch genommenen EE vermag als Gesamtheit durchaus etwas zu bewirken.

Anlage 1: Fragebogen zur Akzeptanz von Windkraftträdern im Januar 2007

Sehr geehrte Damen und Herren!

Die folgenden Fragen zum Thema Windkraft, dienen der Ermittlung der Akzeptanz von Windkraftträdern durch Anwohner.

Ich bitte Sie daher zu jeder Frage nur eine Antwort zu geben und diese deutlich hervorzuheben (z.B. durch ankreuzen).

1. Sie sind männlich weiblich

2. Alter: 16 bis 24 25 bis 39 40 bis 59 60 +

3. Geschätzte Entfernung zur Windkraftanlage: _____m

4. Fühlen Sie sich durch die Windkraftanlagen belästigt?
 ja nein

5. Sind Sie der Meinung, dass durch den Bau der Windkraftträder das Landschaftsbild verschandelt wurde? ja nein

6. Wurde ihrem Empfinden nach der Erholungsfaktor der Landschaft beeinträchtigt?
 ja nein

7. Wirkt sich der Betrieb der Windkraftträder an ihrem Wohnsitz in Form von Geräuschen aus? ja ein Bisschen nein

8. Bemerken Sie Störungen in Form von Schattenwurf?
 ja nein

9. Sind auf Ihrem Grundstück Lichtreflexe auf Grund der Windkraftträder festzustellen?
 ja nein

10. Sind Sie der Meinung, dass sich die Windkraftanlagen auf die örtliche Tier- und Pflanzenwelt auswirken? ja nein

11. Haben Sie selbst schon festgestellt, dass es bei den Windkraftanlagen zu Eiswurf kommt?
 ja nein in der Bekanntschaft

12. Sind Sie für den Bau neuer Windkraftanlagen bzw. für die Ersetzung der alten durch leistungsstärkere und höhere Anlagen?
 ja nein

Vielen Dank für Ihre Mithilfe!

Die Daten werden anonym ausgewertet und danach zur Ergänzung meiner Diplomarbeit „Attraktivität erneuerbarer Energien für Kommunen am Beispiel von Windkraft“ verwendet.

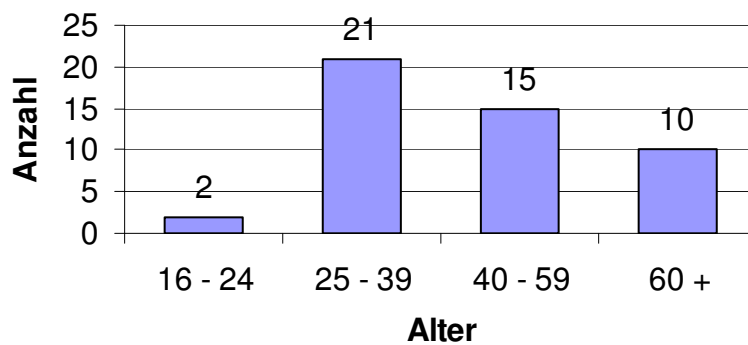
Besten Dank
KatrIn Harder

Anlage 2: Auswertung des Fragebogens zur Akzeptanz von Windkraftträdern

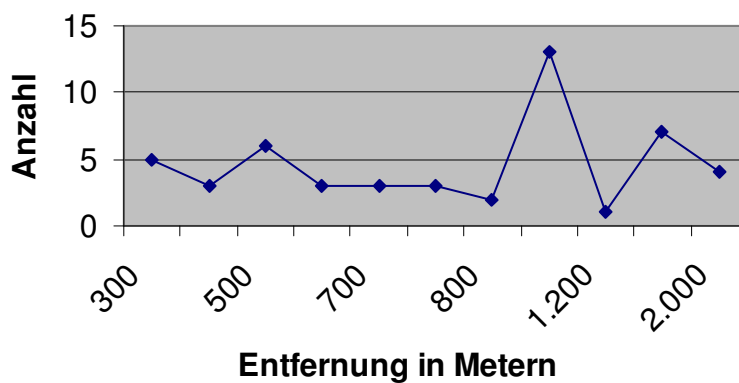
Erläuterung: Es wurden, abweichend vom Fragebogen, während der Durchführung der Befragung noch Antwortmöglichkeiten zwischen ja und nein eingebaut, da sich die Befragten des Öfteren nicht klar für ein Extrem aussprechen konnten bzw. das Gefragte nicht zu 100 % zutraf.

1. Von den 50 befragten Anwohnern waren 25 männlich und 25 weiblich.

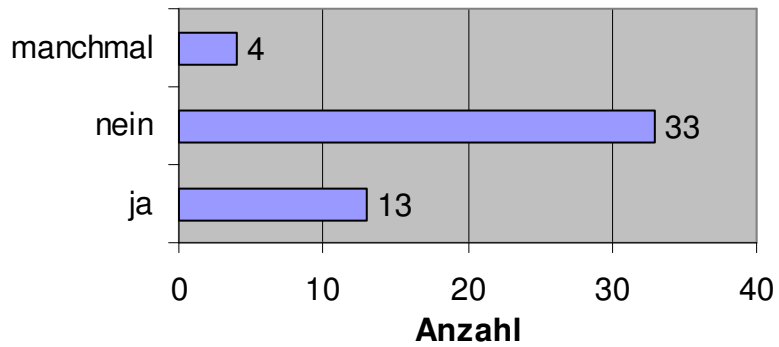
2. Alter der Befragten



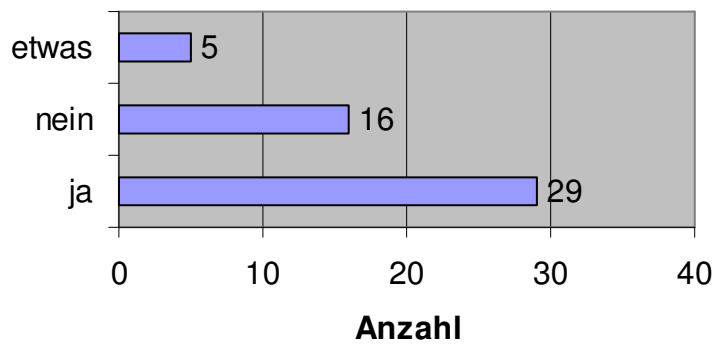
3. Geschätzte Entfernung zur Windkraftanlage



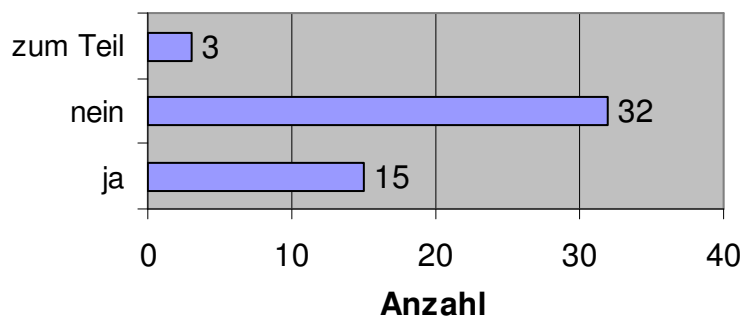
4. Fühlen Sie sich durch die WKAs belästigt?



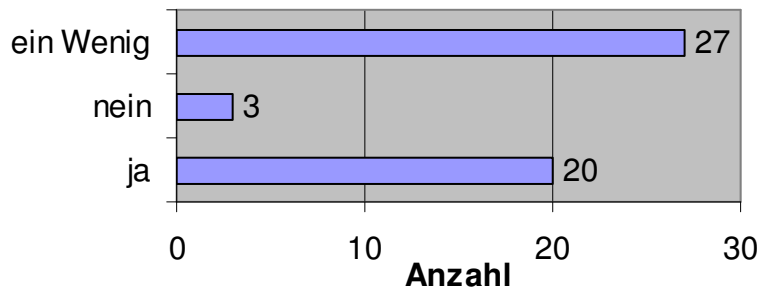
5. Wird Ihrer Meinung nach das Landschaftsbild verunstaltet?



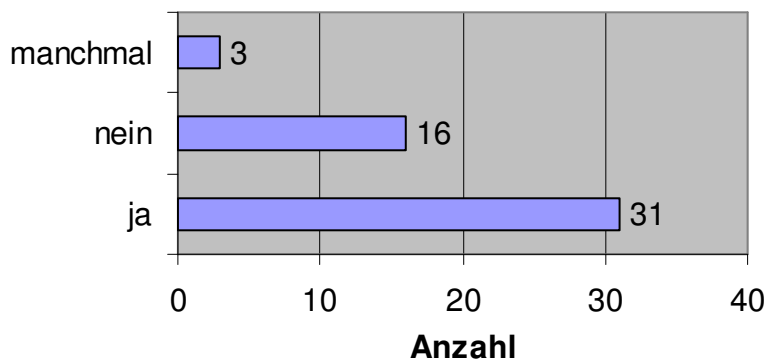
6. Wurde der Erholungsfaktor der Landschaft beeinträchtigt?



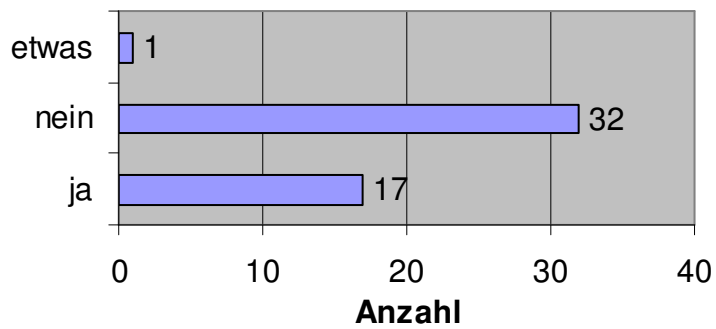
7. Wirkt sich der Betrieb der WEAs an ihrem Wohnsitz in Form von Geräuschen aus?

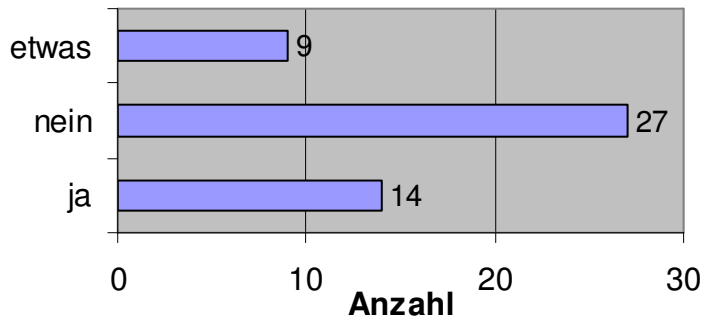
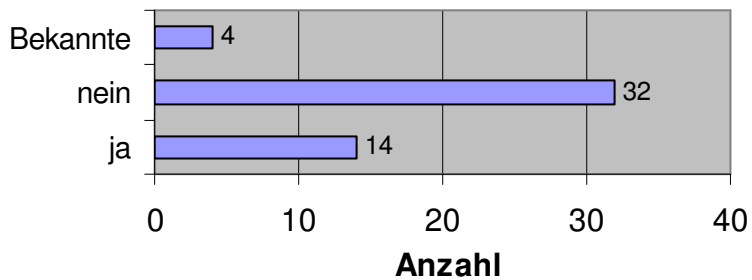
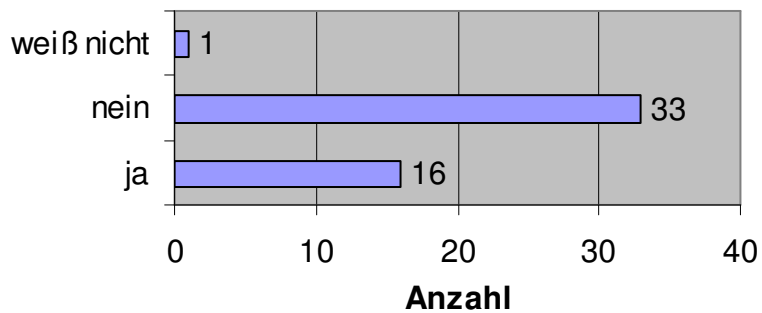


8. Bemerkten Sie Störungen durch Schattenwurf



9. Sind auf ihrem Grundstück Lichtreflexe a. G. der WKAs festzustellen?



10. Wirken sich die WEAs auf die Tier- und Pflanzenwelt aus?**11. Haben Sie schon einmal Eiswurf festgestellt?****12. Sind Sie für den Bau neuer Anlagen oder die Ersetzung durch leistungsstärkere WEAs?**

Anlage 3: Übersicht über Schallpegel und deren Empfindungen für das menschliche Ohr

Schallpegel	Schallquelle	Schallempfindung
20 – 30 dB (A)	Uhrenticken, Rauschen der Blätter eines Baumes im Wind, Atemgeräusche eines Schlafenden	= gerade hörbares Geräusch
30 – 40 dB (A)	Flüstersprache, Blätterrauschen	= sehr schwaches Geräusch
50 – 60 dB (A)	Unterhaltungssprache, Bürogeräusche	= schwaches Geräusch
65 – 75 dB (A)	Laute Gespräche, Vorbeifahrt eines Pkw mit 120 km/ h in Ca. 25 m Entfernung	= mäßiges Geräusch
80 – 90 dB (A)	Arbeitslärm in einer Fabrikhalle	= starkes Geräusch
110 – 120 dB (A)	Diskotheek, Presslufthammer Geräusch	= äußerst starkes bis ohrenbetäubendes
Ab 130 dB (A)	Nahbereich einer Explosion oder des Triebwerks eines Düsenflugzeugs	= Schmerz

Übernommen aus:

Mampel: Nachbarschutz im öffentlichen Baurecht, Herne/ Berlin, 1994, S. 234 f.

Anlage 4: Entwicklungsgeschichte des Erneuerbare-Energien-Gesetzes

Die Idee, erneuerbare Energien zu fördern und somit Anreize zur Optimierung und zur Nutzung an sich zu schaffen, ist nicht neu:

Bereits 1991 trat das Stromeinspeisungsgesetz (StrEG) in Kraft – ein Vorläufer des heutigen EEG. Schon damals wurde das Ziel verfolgt durch die Aufstellung von Rahmenbedingungen die Stromeinspeisung aus EE in die öffentlichen Netze zu verbessern und dadurch für deren Ausbau zu sorgen. Originäres Ziel war dabei allerdings zunächst nicht die Förderung des Ausbaus an sich, sondern die Verwertung des überschüssigen Stroms aus den Anlagen zur Stromproduktion. Somit sollte eine gesetzliche Regelung zur Stromeinspeisung in die vorhandenen Netze entwickelt werden. Das EWG von 1935 machte dazu noch keine Aussagen, es unterstellte lediglich den Gas- und Stromversorgungsbereich der Aufsicht des Staates.¹⁴⁸

Gefördert wurde bereits im StrEG mittels einer Einspeisungsvergütung, die an die Erlöse aus der Stromabgabe an Letztverbraucher gekoppelt war. Um die Abnahme des erzeugten Stroms zu gewährleisten war zusätzlich eine Klausel eingefügt worden, die eine Abnahmepflicht der Netzbetreiber vorschrieb – im Falle einer unbilligen Härte, beispielsweise bei einer spürbaren Erhöhung der Strompreise, aber die Abnahme- und Vergütungspflicht auf das davor gelagerte Energieversorgungsunternehmen übertrug.¹⁴⁹ 1998 wurde die Härteklausel dahingehend geändert, dass eine konkrete Grenze von 5% der Stromeinspeisung über dem Gesamtstromabsatz festgesetzt wurde. Alle darüber liegenden Fälle wurden wieder auf die vorgelagerten Netzbetreiber übertragen.

Im Lauf der nächsten Jahre zeigte sich, dass aber auch diese Regel nicht die endgültige Lösung zu sein schien, da es immer öfter zur Überschreitung der gesetzten Grenze kam. So wurde dann am 01. April 2000 das Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien verabschiedet, welches bereits 2004 auf Grund der Einbringung weiterer Regelungen novelliert wurde.¹⁵⁰ Darin ist diese Klausel nicht mehr enthalten – es besteht nun eine generelle Abnahmepflicht, die jedoch auch den vorgelagerten Netzbetreiber betrifft und deren Aufwand im bundeseinheitlichen Ausgleich nach § 14 EEG geregelt wird.

¹⁴⁸ Altröck, Oschmann, Theobald: Erneuerbare-Energien-Gesetz – Kommentar, München, 2006, S. 26.

¹⁴⁹ Pohlmann, M.: Rechtsprobleme der Stromeinspeisung nach dem Stromeinspeisungsgesetz, S.35 f, Göttingen, 1996.

¹⁵⁰ Altröck, Oschmann, Theobald, S. 30 ff.

Näheres zum Verfahrensablauf, der in diesem Fall sehr untypisch erfolgte: S. 31.

Anlage 5: Beispielhafte Berechnung der Vergütung pro kWh

Die Werte werden nach Maßgabe des § 10 EEG jeweils für eine neu errichtete Onshore Windkraftanlage berechnet. Differenziert wird dabei nach dem Jahr der Inbetriebnahme und dem prozentualen Verhältnis zum sich aus dem Anhang ergebenden Referenzertrag.

1 Ausgangspunkt: 150 % des Referenzertrages

	Vergütung in Cent/ kWh abhängig vom Jahr der Inbetriebnahme						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Jahr 1 - 5	8,70	8,53	8,36	8,19	8,03	7,87	7,71
Jahr 6 - 20	5,50	5,39	5,28	5,17	5,07	4,97	4,87

Quelle: eigene Berechnungen.

2 Ausgangspunkt: 130 % des Referenzertrages

$$\text{Verlängerung in Monaten} = \frac{\text{Differenz zw. Referenz- und tatsächlichem Ertrag}}{0,75} * 2$$

Für einen Anteil von 130 % ergibt sich eine Differenz von 20 %:

Nach Einsetzen in die oben stehende Formel, die eigenständig auf Grundlage des § 10 Abs. 1 EEG erstellt wurde, erhält man eine Verlängerung von 53,3 Monaten. Da sich die Verlängerung jedoch nur auf volle 0,75 % bezieht muss abgerundet werden:

es verbleiben 53 Monate bzw. 4 Jahre und 5 Monate zusätzlich erhöhter Förderbetrag.

3 Ausgangspunkt: 90 % des Referenzertrages

Bei Annahme eines tatsächlichen Ertrages von 90 % in Bezug auf den Referenzertrag erhält man eine Differenz von 60%.

Unter Anwendung der ermittelten Formel errechnet sich daraus eine Verlängerung um 13 Jahre und 4 Monate.

Anlage 6:
Rauhigkeitslängen im Bezug auf verschiedene
Geländeoberflächen

Oberfläche	Rauhigkeitslänge z0 in m
Stadt, Wald	1
Vorortbebauung	0,5
Büsche	0,2
Offenes Weideland	0,03 – 0,05
Gemähtes Gras	0,01
Schnee	0,001
Sand	0,0003
Wasser, Eis	0,00001

Entnommen aus:

Wiese, Albiger u. A. (Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung der Universität Stuttgart): Windenergie – Nutzung, Projekt „Klimaverträgliche Energieversorgung in Baden – Württemberg“, Nr. 19/ April 1994, S. 45.

Vgl. auch Angaben zur Rauigkeit in verkürzter, aber z. T. präziserer Ausführung: Gasch, R., Twele, J.: Windkraftanlagen – Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb, 4. Auflage, Wiesbaden, 2005. S.130.

Anlage 7: Dynamische Investitionsrechnung

Ausgangsdaten:

Neubau einer 2 MW Onshore-Anlage, Inbetriebnahme zum 01.01.2006, Verhältnis zum Referenzertrag von 127,5 % - dies entspricht einer Verlängerung des erhöhten Förderbetrages von 5 Jahren. Betrachtung vor Steuern!

Genauere Erläuterungen zu den der Berechnung zu Grunde gelegten Prämissen finden sich im Textteil unter 6.2.3 und 4.

Einmalige Auszahlungen für die Anschaffung:

Bezeichnung	Betrag
Planungskosten, Windgutachten, Genehmigung	100.000 €
Tiefbau (Grube), Fundament	90.000 €
Kaufpreis (inkl. Montage, Transport und Trafo)	2.000.000 €
Anbindung an Stromnetz (Kabel + Verlegung) angenommene Entfernung 500 m zu 50 €/m a. G. Abstand zur Bebauung	25.000 €
Wegebau - angenommen 20 m mit 7€/ m a. G. d. Mindestabst. für Anbauverbot nach StrG	140 €
Ausgleichsmaßnahmen ca.	15.000 €
Rücklage für Rückbau	40.000 €
Summe:	2.270.140 €

Jährlich anfallende Betriebsauszahlungen:

(jeweils zum Jahresende gerechnet)

Stromverbrauch (ca. 300 - 400 kWh)	170 €
Pacht	5.000 €
Wartung (ca. 2x pro Jahr)	10.000 €
Versicherung	10.000 €
Reparatur	50.000 €
Betreuung	3.000 €
technische Betriebsführung	1.000 €
Summe:	79.170 €

XVIII

Kalkulatorische Zinsen und kalkulatorische Abschreibungen werden bei der dynamischen Investitionsrechnung nicht hinzugerechnet, da es sich um keine Auszahlungen handelt und durch die Anwendung der Kapitalwertmethode gerade die nach Berücksichtigung eines Kalkulationszinssatzes noch freien Beträge ermittelt werden sollen.

Berechnung nach der Kapitalwertmethode:

Annahme eines Kalkulationszinssatzes i_1 von 8 % und einer Nutzungsdauer von 20 Jahren. Der jährliche Ertrag wird bei der Beispielanlage auf 4 Mio kWh geschätzt. Die Förderbeträge werden aus der Tabelle in Anlage 5 Nr. 1 entnommen.

Auszahlungen (jeweils abgezinst auf das Jahr t_0):

In t_0 :	2.270.140 €
In t_1 bis t_{20} :	$79.170 \text{ €} * 9,818 = 777.291 \text{ €}$
Gesamt:	3.047.431 €

Einzahlungen (jeweils abgezinst auf das Jahr t_0):

In t_0 :	0 €
In t_1 bis t_{10} :	$(4.000.000 * 0,0836 \text{ €}) * 6,71 = 2.243.824 \text{ €}$
In t_{11} bis t_{20} :	$(4.000.000 * 0,0528 \text{ €}) * 6,71 * 0,463 = 656.141 \text{ €}$
Gesamt:	2.899.965 €

Differenz: - 147.466 € (= C1)

Dieser Kapitalwert in t_0 bedeutet:

- das eingesetzte Kapital amortisiert sich noch nicht und die gewünschte Verzinsung von 8 % wird nicht erreicht.

Feststellung des tatsächlich erreichten Zinssatzes über die interne Zinssatzmethode:

Da es sich um unterschiedliche Zahlungen handelt muss zunächst ein zweiter Kapitalwert in t_0 mit einem abweichenden Kalkulationszinssatz ermittelt werden, um damit einen Näherungswert bestimmen zu können.

Kalkulationszinssatz i_2 mit 6 %:

Auszahlungen:

In t_0 :	2.270.140 €
In $t_1 - t_{20}$:	$79.170 \text{ €} * 11,47 = 908.080 \text{ €}$
Gesamt:	3.178.220 €

Einzahlungen:

In t_0 :	0 €
In t_1 bis t_{10} :	$(4.000.000 * 0,0836 \text{ €}) * 7,36 = 2.461.184 \text{ €}$
In t_{11} bis t_{20} :	$(4.000.000 * 0,0528 \text{ €}) * 7,36 * 0,558 = 867.373 \text{ €}$
Gesamt:	3.328.557 €

Differenz: 150.337 € (= C2)

Eingesetzt in die Näherungsfunktion:

$$\text{Realer Zinssatz } r = i_1 - C_1 * ((i_2 - i_1) / (C_2 - C_1))$$

$$r = 0,08 - (- 147.466) * ((0,06 - 0,08) / (150.337 - (- 147.466))) = 0,0701$$

Dies entspricht einem internen Zinssatz von 7,01 %, der zugleich auch die dynamische Investitionsrentabilität ausdrückt.

Ohne Berücksichtigung der Zinsen hätte sich die Investition im Beispielfall von 2.270.140 € bei einem Rückfluss von 255.230 € in den ersten 11 Jahren nach 9 Jahren amortisiert.

Zu bemerken ist, dass es sich um eine Normalinvestition handelt, d. h. die Summe der Einzahlungen übersteigt die Summe der Auszahlungen, jedoch sind zu Beginn die Auszahlungen höher als die Einzahlungen.

Anlagen 8 bis 30 auf CD:

Literaturverzeichnis

Altrock, Oschmann, Theobald: Erneuerbare-Energien-Gesetz
– Kommentar, München, 2006

Baurecht (BauR), Nr. 8/ 2006

Berbau wird 2018 eingestellt, in: Der Tagesspiegel online, vom
08.02.2007, Anlage 24

Büchner und Schlotterbeck: Baurecht – Eine nach Rechtsgrundlagen gegliederte Handlungsanleitung, 3. Auflage, Stuttgart, 1999

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU):
Beschluss des Umweltrates historischer Schritt für den Klimaschutz, Pressemitteilung vom 20.02.2007, Anlage 8

BMU: Erneuerbare Energien – Arbeitsplatzeffekte – Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt, Berlin, 2006

BMU: Erneuerbare Energien – Innovationen für die Zukunft, Berlin, 2006

BMU: Forschung für erneuerbare Energien – Spitzentechnologie aus Deutschland, Berlin, 2006

BMU: Umweltbewusstsein in Deutschland 2006 – Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage, Berlin, 2006

BMU: Umweltpolitik – Erneuerbare Energien in Zahlen – nationale und internationale Entwicklung, Berlin, 2006

BMU: Was Strom aus erneuerbaren Energien wirklich kostet, Berlin, 2006

Bundesverband Erneuerbare Energien e. V.: Jahr der Rekorde – Erneuerbare Energien in 2006, 2007, Anlage 9

Bundesverband WindEnergie e. V.: Ausweisung von Windvorrangflächen unter dem Gesichtspunkt der 60 % Referenzertrag Regelung des novellierten EEG, Anlage 10

Bundesverband WindEnergie e. V.: Fakten zur Windenergie, Anlage 12

Bundesverband WindEnergie e. V.: Mit einer grünen Anlage schwarze Zahlen schreiben, 3. Auflage, Osnabrück, 2004

Bundesverband WindEnergie e. V.: Vogelschutz und Windenergie, Anlage 11

Creifelds, Weber (Hrsg.): Rechtswörterbuch, 18. Auflage, München, 2004

Deutscher Naturschutzring e. V. (DNR): Umwelt- und naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (onshore), Lehrte, 2005, Anlage 14

Deutsches Windenergie-Institut GmbH (DEWI): Aufstellungszahlen der Windenergienutzung in Deutschland, Bericht vom 16.01.2007, Anlage 13

Eickmeyer, Bissinger: Kommunales Management, Stuttgart, 2002

Faiss, Giebler, Lang, Notheis, Schmid: Kommunales Wirtschaftsrecht in Baden-Württemberg – Systematische Darstellung zur Finanzwirtschaft der Kommunen, 7. Auflage, Stuttgart, 2002

Ferner, Kröniger (Hrsg.): Baugesetzbuch – Handkommentar, 1. Auflage, Baden-Baden, 2005

Fischer und Henning: Stromabnahme, Netzlastmanagement und Netzausbau nach § 4 EEG, in: Zeitschrift für Umweltrecht, Nr. 5/ 2006

Forum Umwelt und Entwicklung: Erneuerbare Energien für die Kommunen – Handlungsbedarf, Chancen und Good-Practice-Beispiele, Berlin, 2004, Anlage 15

Franz, Thorsten: Gewinnerzielung durch kommunale Daseinvorsorge, Tübingen, 2005

Gasch, R. und Twele, J (Hrsg.): Windkraftanlagen – Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb, 4. Auflage, Wiesbaden, 2005

Hauth, Michael: Vom Bauleitplan zur Baugenehmigung, 8. Auflage, München, 2005.

Hoppe, Uechtritz (Hrsg.): Handbuch kommunale Unternehmen, Stuttgart, 2004

<http://reisi.iset.uni-kassel.de>, siehe auch Anlage 23

<http://www.windpower.org/de/tour/wtrb/powerreg.htm>: zur Stall- und Pitch-Regelung, Anlage 22

Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) (Hrsg.): Ergebnisse aus dem „250 MW Wind“ – Programm, Entwicklungsperspektiven für die Windleistungsprognose

(<http://www.iset.uni-kassel.de/public/kss97/5.html>), Anlage 17

ISET: Windenergie Report Deutschland 2006, Anlage 18

Kernenergie.de: Informationen über Kernenergie, Anlage 16

Kratsch und Schumacher: Naturschutzrecht – ein Leitfaden für die Praxis,
Berlin, 2005

*Landesanstalt für Umweltschutz: Psst – Eine Information zum Thema
Lärm, Rastatt, 2004, Anlage 20*

*Lux, R., Sontow, J., Voß, A.: Systematische Analyse der Auswirkungen
einer windtechnischen Stromerzeugung auf den konventionellen Kraft-
werkspark, Stuttgart, 1999*

*Martens: Energien – wie uns Strömungen neue Kraft geben, in:
der Tagesspiegel online, vom 30.10.2006, Anlage 25*

Mampel: Nachbarschutz im öffentlichen Baurecht, Herne/ Berlin, 1994

*Michael-Otto-Stiftung: Forschungsbericht Vögel und Fledermäuse,
Anlage 30*

*Müller, B.: Heimische erneuerbare Energien als Schlüsselement regio-
naler Wirtschaftsförderung, in: Gemeindetag BaWü (BWGZ), Nr. 21/ 2004*

*Naturschutzbund Deutschland e. V. (NABU): Erneuerbare Energien - Per-
spektive für Klima, Mensch und Natur, Bonn, 2005*

*NABU: Konflikte lösen und vermeiden – Leitfaden Erneuerbare Energien,
Bonn, 2006*

*NABU: Was Sie schon immer über Windenergie und Vogelschutz wissen
wollten, Bonn, 2006*

*Pohlmann, M.: Rechtsprobleme der Stromeinspeisung nach dem Strom-
einspeisungsgesetz, Göttingen, 1996*

Referat KI II 1: Grundsätzliche Angelegenheiten der internationalen Zusammenarbeit, globale Konventionen, internationaler Klimaschutz, in: Umwelt, Heft 1/ 2006

Schiffer, Hans-Wilhelm: Energiemarkt Deutschland, 9. Auflage, Köln, 2005

Schröder, Tim: Eiskalte Zukunft, in: Wirtschaftswoche Nr. 3/ 2007, S. 89 ff, Anlage 27

Waibel, Gerhard.: Kommunales Wirtschaftsrecht – Unternehmen und Beteiligungen, Steuerpflicht öffentlicher Betriebe, 7. Auflage, Ludwigsburg, 2006

Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (WM) (Hrsg.): Public Private Partnership in Baden-Württemberg – Ein Leitfaden für Kommunen, Stuttgart, 2005.

WM (Hrsg.): Windfibel, 4. Auflage, Filderstadt, 2003

WM: Mitteilung zur Handhabung von Nachttiefflug- und Tiefflugübungsstrecken im Zusammenhang mit der Ausweisung von Vorranggebieten für WKAs vom 13.09.2005, Anlage 28

Erklärung nach § 36 III APrO

Ich versichere, dass ich diese Diplomarbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe.

Reichenbach i. T. im Februar 2007

Katrin Harder

Pressemitteilungen



[/english/press_releases_as_of_22_november_2005/pm/38758.php]

[/pressemitteilungen/pressemitteilungen_ab_22112005/pm/38762.php]

Nr. 050/07

Berlin, 20.02.2007

Gabriel: Beschluss des Umweltrates historischer Schritt für den Klimaschutz

Der Umweltrat hat heute in Brüssel unter deutscher Präsidentschaft ambitionierte Klimaschutzziele bis 2020 und ein Verhandlungspaket der EU für ein Klimaschutzabkommen nach 2012 verabschiedet. "Mit der Verabschiedung der Klimaziele und des Verhandlungspakets hat die EU ihre Führungsrolle im Klimaschutz bekräftigt. Das ist ein Signal an die Weltgemeinschaft, dass die EU im Rahmen eines internationalen Klimaschutzabkommens einen fairen und angemessenen Beitrag leisten will. Das ist ein historischer Schritt nach vorne, um die gegenseitige Blockade auf internationaler Ebene aufzuheben", sagte Bundesumweltminister Sigmar Gabriel, der als amtierender Ratsvorsitzende das Ministertreffen geleitet hat.

Nach dem Beschluss der europäischen Umweltminister will sich die EU im Rahmen eines internationalen Klimaschutzabkommens verpflichten, ihre Treibhausgasemissionen um 30% bis 2020 (gegenüber 1990) zu senken. Bis ein neues Abkommen vereinbart ist und unabhängig von ihrer Position in den internationalen Verhandlungen, wird die EU ihre Emissionen um mindestens 20% bis 2020 (gegenüber 1990) mindern. "Das ist ein klares Signal an die Wirtschaft, dass der Europäische Emissionshandel nach 2012 weitergeführt wird. Und es ist ein klares Signal an Unternehmen, weiter in energiesparende und effiziente Technologien zu investieren", sagte Gabriel.

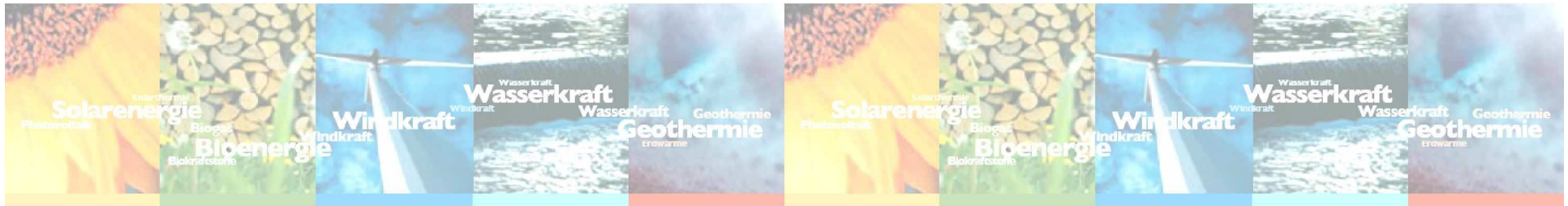
"Die Industriestaaten tragen eine besondere Verantwortung beim Klimaschutz und müssen daher auch nach 2012 Vorreiter bleiben. Ziel der EU bei den internationalen Verhandlungen ist es, dass sich die Industriestaaten verpflichten, ihre Emissionen insgesamt um 30% bis 2020 gegenüber 1990 zu reduzieren. Das schließt auch die USA ein.

Ein internationales Klimaregime nach 2012 wird stärkere Anreize setzen müssen, um vorhandene Minderungspotenziale auszuschöpfen. Das verlangt mehr Energieeffizienz, den Ausbau erneuerbarer Energien und die Förderung technologischer Innovationen sowohl in Entwicklungs- wie in Industrieländern", sagte Gabriel.

Quelle: http://www.bmu.de/pressemitteilungen/pressemitteilungen_ab_22112005/pm/38754.php

Ausdruck vom 01.03.2007, 20:43:04 Uhr

© Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)



Jahr der Rekorde: Erneuerbare Energien in 2006

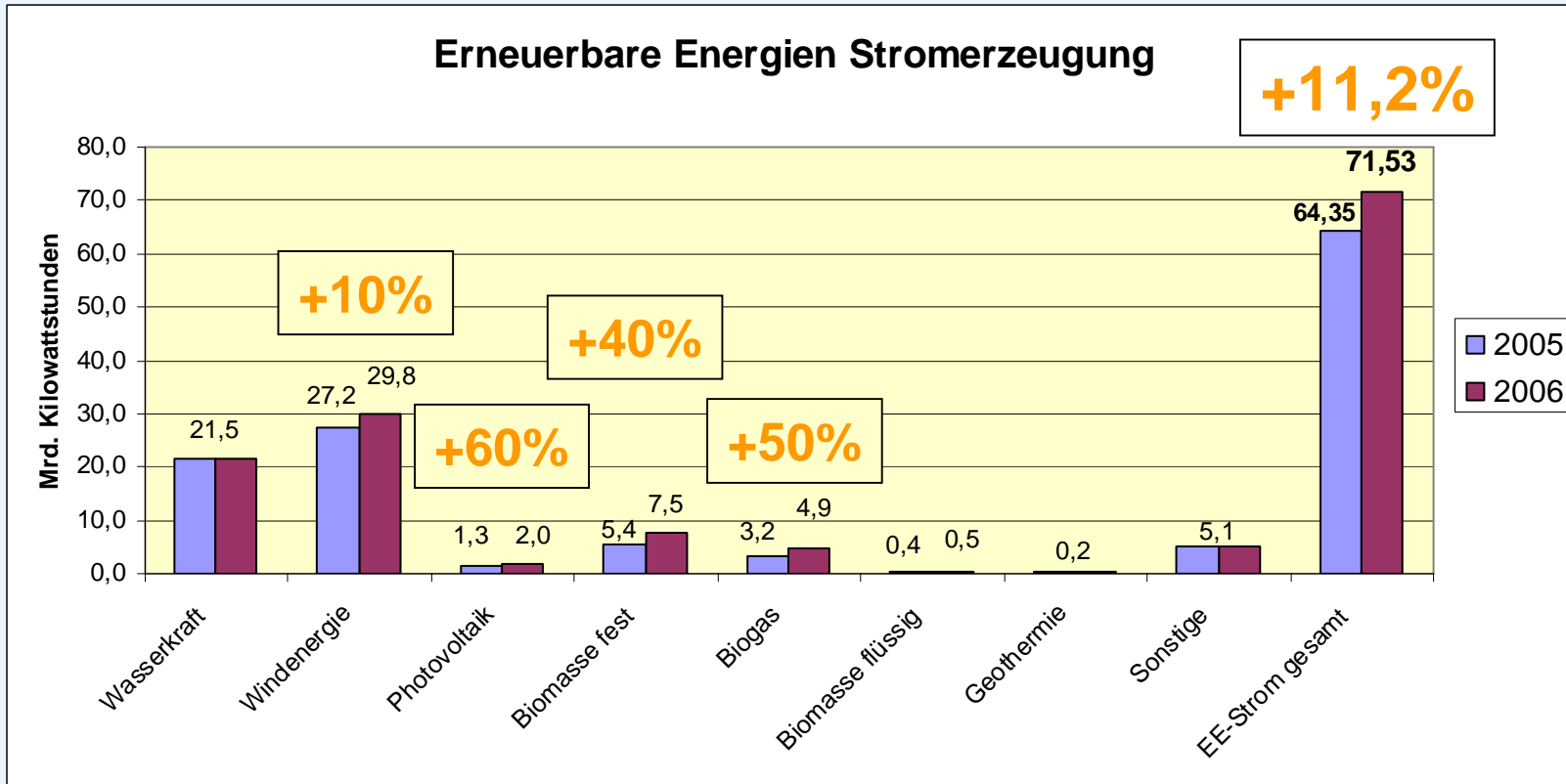
BEE-Presskonferenz, 04. Januar 2007

Johannes Lackmann
BEE-Präsident

Milan Nitzschke
BEE-Geschäftsführer

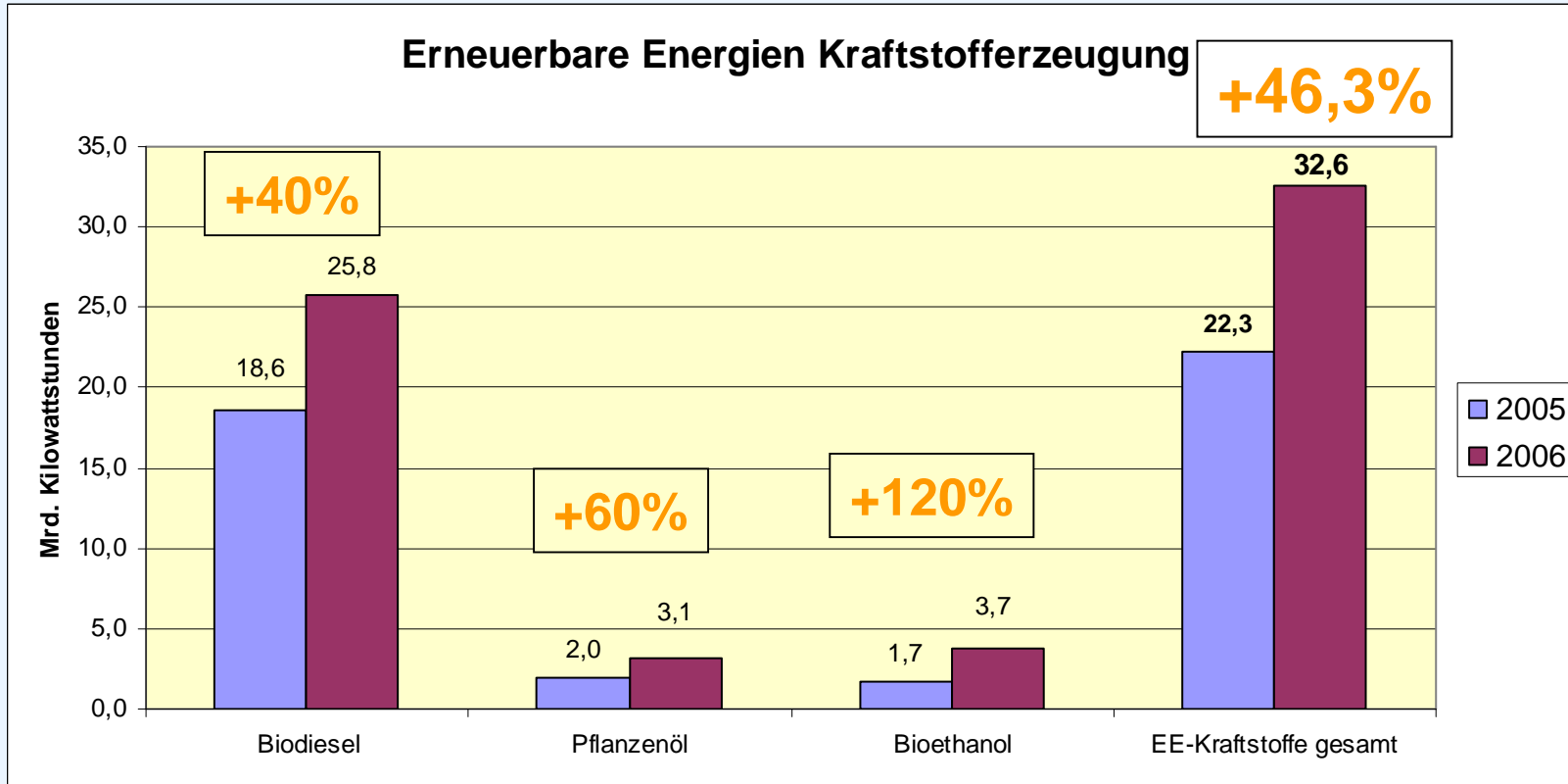


Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. (BEE)



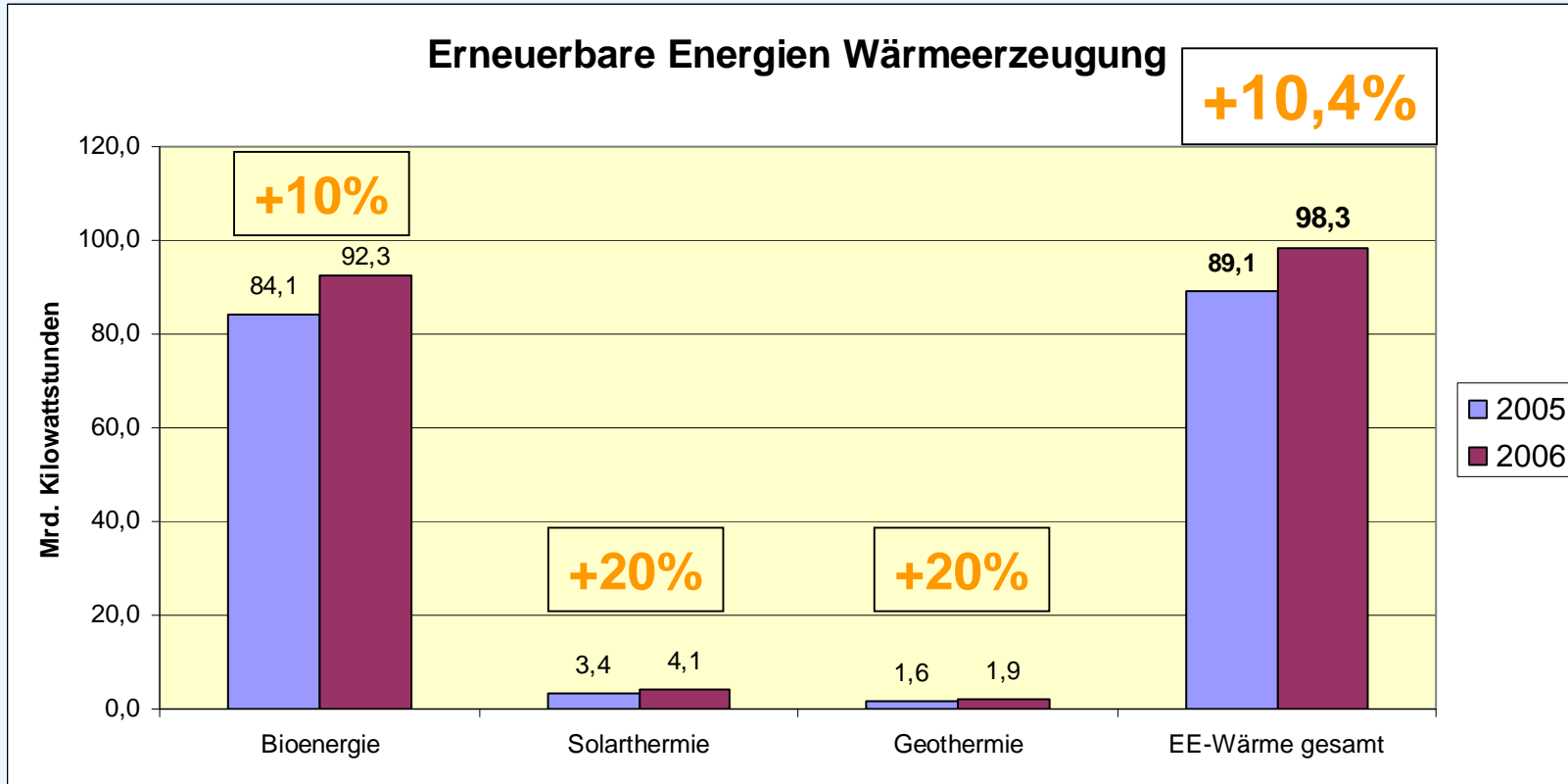
EE-Anteil 2006 am deutschen Stromverbrauch: 11,6%

Quellen: BEE auf Basis Branchenverbände, BMU, ISET, VDN, IE; Wachstumsraten gerundet



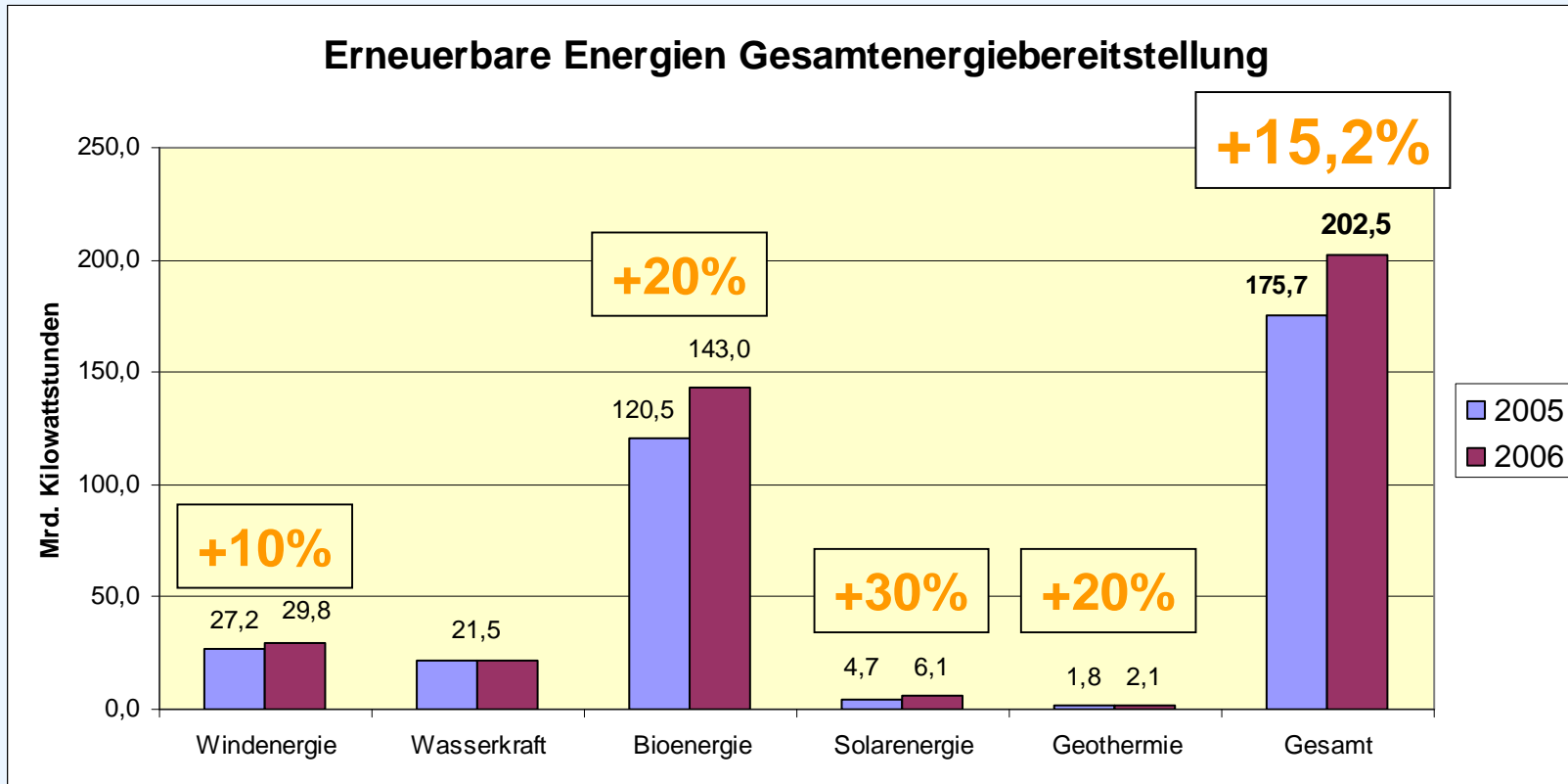
EE-Anteil 2006 am deutschen Kraftstoffverbrauch: 5,4%

Quellen: BEE, BBE, BMU; Wachstumsraten gerundet



EE-Anteil 2006 am deutschen Wärmeverbrauch: 6,2%

Quelle: BEE auf Basis Branchenverbände, BMU, Uni Hamburg, IE; Wachstumsraten gerundet



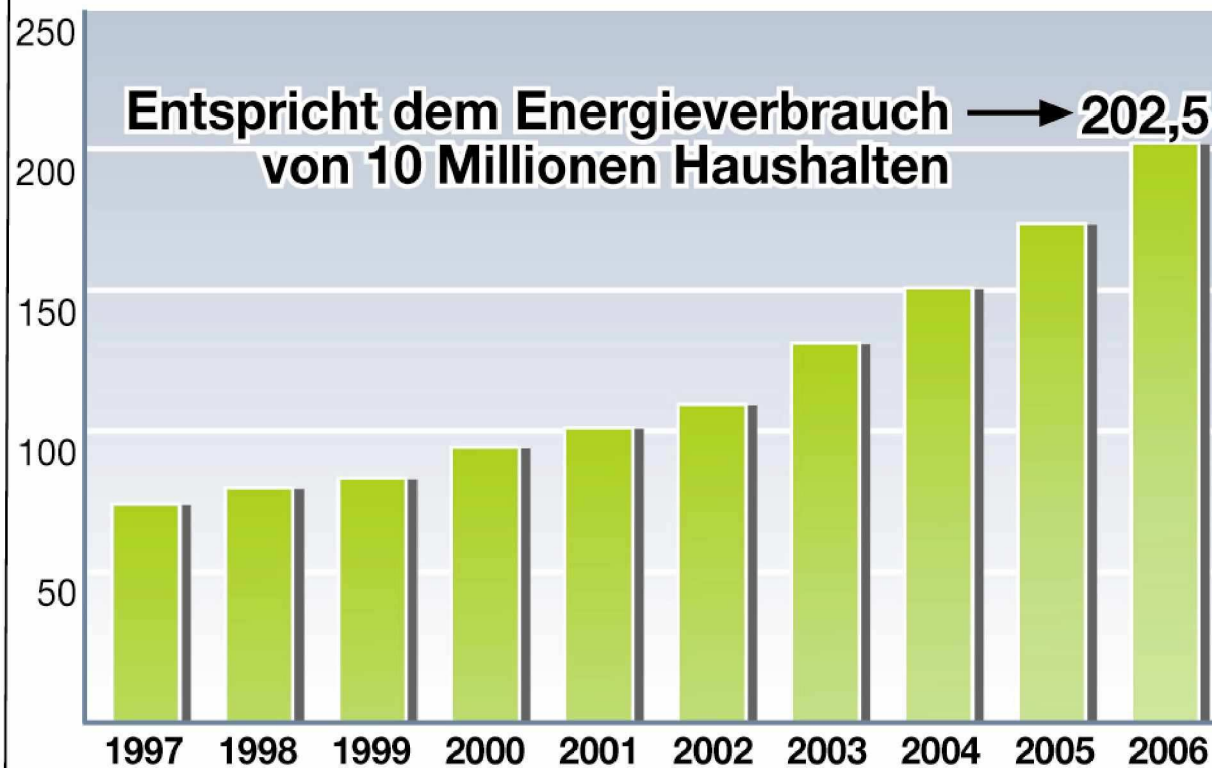
EE-Anteil 2006 am deutschen Endenergieverbrauch: 7,7%

Quelle: BEE auf Basis Branchenverbände, BMU, ISET, VDN, Uni Hamburg, IE; Wachstumsraten gerundet



Strom, Wärme und Kraftstoffe aus Erneuerbaren Energien

Jährliche Energiebereitstellung in Terawattstunden

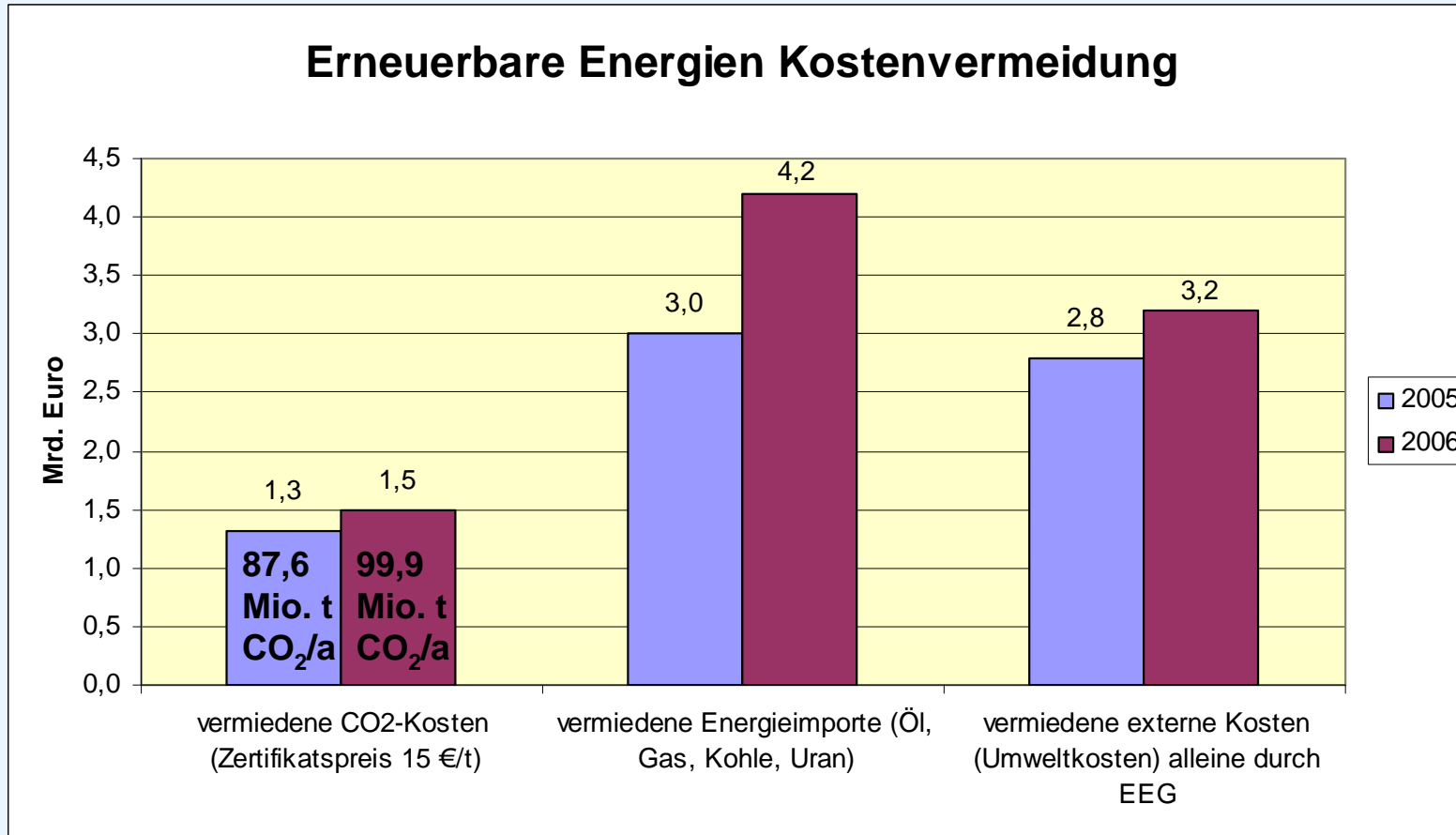


Quelle: BEE auf Basis Branchenbefragung, BMU, ISET, VDN.

BEE 
Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.



Erneuerbare Energien Kostenvermeidung

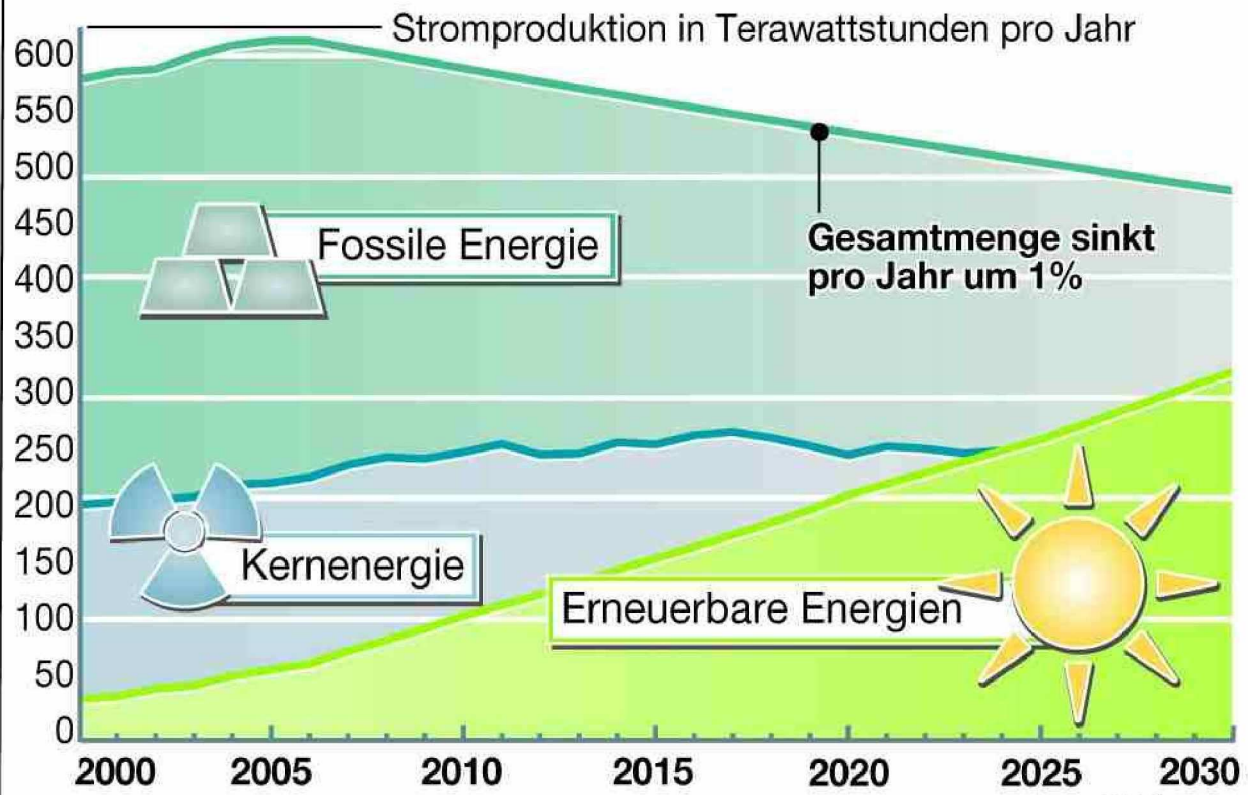


Quelle: BEE, BAFA, FhG-ISI



Windkraft, Bioenergie und Co. ersetzen Atomstrom und fossile Energien

Bis 2030 wird deutlich mehr Strom aus Erneuerbaren Energien erzeugt als durch den Ausstieg aus der Kernenergie wegfällt



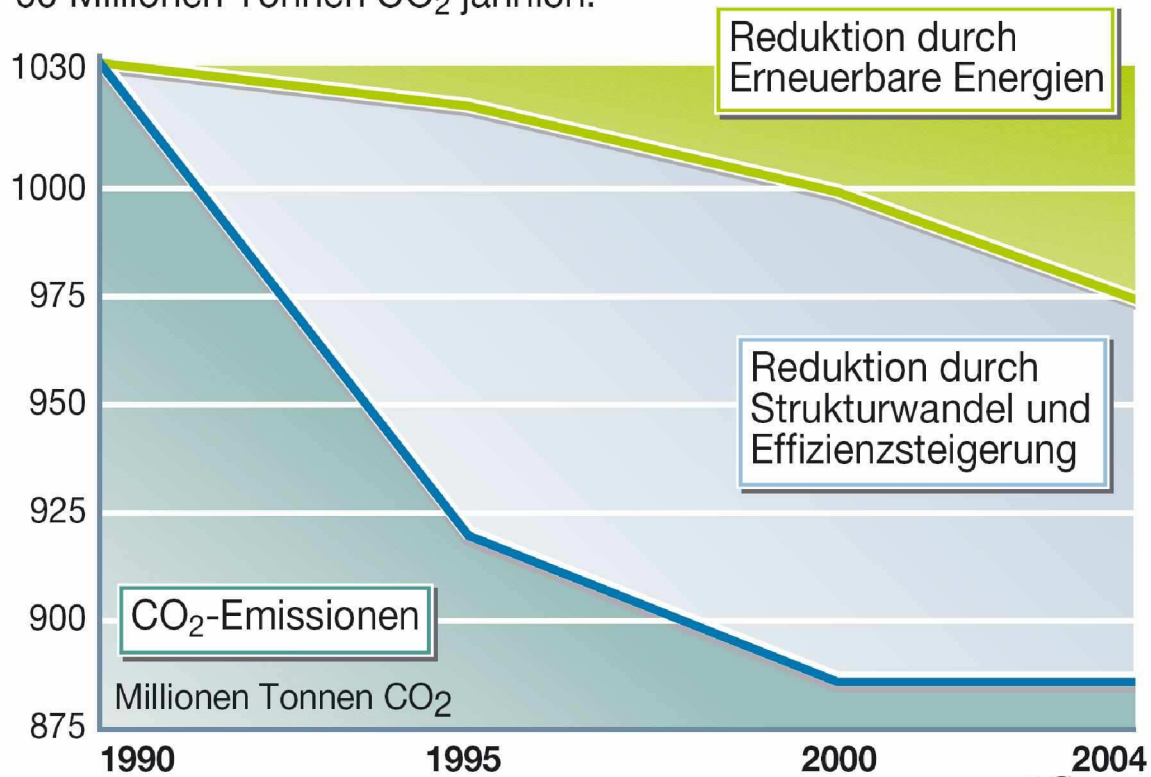
Prognose, Quellen: BEE, BMU, Öko-Institut, VDEW





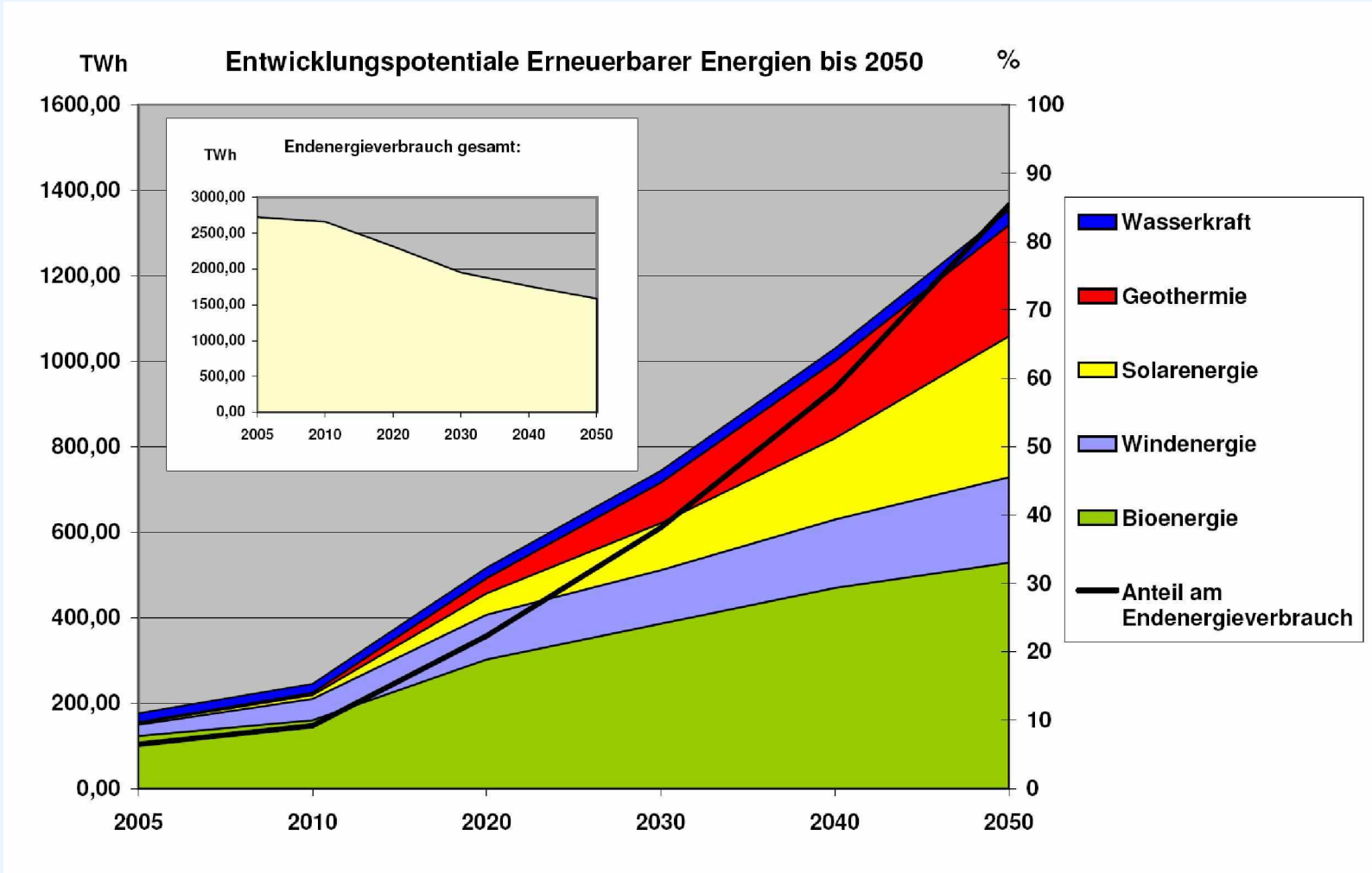
Drastischer Rückgang der CO₂-Emissionen in Deutschland

Erneuerbare Energien sparen im Vergleich zu 1990 fast 60 Millionen Tonnen CO₂ jährlich.



Quelle: Eigene Berechnung nach BMWI, BMU





Quelle: BEE - Die Grafik gibt die unter stabilen gesetzlichen Rahmenbedingungen wirtschaftlich realisierbare Entwicklungspotentiale der Erneuerbaren Energien in Deutschland wieder. Daten auf Basis der Selbsteinschätzung der Industrie und Fachverbände.



**Bundesverband
WindEnergie e.V.**

Ausweisung von Windvorrangflächen unter dem Gesichtspunkt der 60% Referenzertrag Regelung des novellierten EEG

Bundesgeschäftsstelle

Herrenteichsstraße 1

D-49074 Osnabrück

Tel. + 49 (0)541/3 50 60-0

Fax + 49 (0)541/3 50 60-30

bwe-info@wind-energie.de

www.wind-energie.de

Empfehlung des Windgutachterbeirats des Bundesverbandes Windenergie

Im Zuge der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG), die im Sommer 2004 in Kraft getreten ist, hat der Gesetzgeber die Förderung von besonders windschwachen Standorten mit Hilfe der so genannten 60% -Referenzertrags-Regelung beschränkt. Konkret fallen Standorte, an denen eine Windenergieanlage weniger als 60% des Ertrages des an einem Standort mit genormten Windverhältnissen (dem so genannten Referenzstandort) erzielt, nicht mehr unter die Förderregelung des EEG.

Die Frage, ob ein Standort bzw. eine Potenzialfläche eine mit der 60% Regelung konforme Nutzung der Windenergie ermöglicht, dürfte folglich für eine rechtlich einwandfreie Ausweisung von kommunalen Windvorranggebieten von entscheidender Bedeutung sein.

Es stellt sich sowohl die Frage nach einer geeigneten physikalischen Größe als auch nach geeigneten Verfahren zur Beurteilung dieses Kriteriums.

Die mittlere Windleistungsdichte als Beurteilungsgröße

Die Ausweisung von Vorranggebieten wurde in der Vergangenheit vielfach auf der Grundlage der mittleren Jahreswindgeschwindigkeit vorgenommen. Zur quantitativen Beurteilung der regionalen Unterschiede und zur Festlegung geeigneter Flächen aus energetischer Sicht stellt die mittlere Windgeschwindigkeit, angegeben üblicherweise in Metern pro Sekunde (m/s), zwar eine hilfreiche Beurteilungsgröße dar, zur Bestimmung des zu erwartenden Energieertrages einer Windkraftanlage reicht sie allerdings nicht aus. Entscheidend für die Windstromproduktion ist die Windgeschwindigkeitsverteilung und die hieraus unmittelbar resultierende Windleistungsdichte, angegeben üblicherweise in Watt pro m² (W/m²). Unterschiedliche Windstärkeverteilungen und damit auch unterschiedliche Windleistungsdichten können bei gleicher mittlerer Windgeschwindigkeit deutlich voneinander abweichende Energieerträge liefern. Dies kann dazu führen, dass mittlere Windgeschwindigkeit und Windleistungsdichte nicht zwangsläufig miteinander korrelieren. Folgendes Beispiel soll

dies verdeutlichen: Eine mittlere Jahreswindgeschwindigkeit von 6 m/s kann sowohl bedeuten, dass der Wind das ganze Jahr konstant mit 6 m/s weht, oder aber es tritt ein halbes Jahr eine Windgeschwindigkeit von 12 m/s und ein halbes Jahr Windstille auf. Im zweiten Fall würde eine Windenergieanlage aber vier mal mehr Energie produzieren – bei gleicher mittlerer Windgeschwindigkeit!

Der Windgutachterbeirat des BWE empfiehlt daher, sowohl zur Beurteilung von Standorten im Zuge von Windgutachten als auch bei der Ausweisung von Potenzialflächen neben der mittleren Windgeschwindigkeit grundsätzlich auch die mittlere Windleistungsdichte als Beurteilungsgröße anzugeben und heranzuziehen.

Verfahren zur Bestimmung des flächenbezogenen Windangebots

Das langjährige Windangebot weist gerade in Mittelgebirgslandschaften große räumliche Variationen auf. Die regionalen Variationen werden durch die Geländestruktur und die Landnutzung hervorgerufen. Exponierte Geländeflächen weisen in der Regel ein deutlich höheres Windenergiepotenzial auf als Tallagen oder die Leeseite von Höhenzügen – wenngleich dies beileibe nicht grundsätzlich der Fall ist. Die genauen meteorologischen und strömungsmechanischen Zusammenhänge sind hochkomplex und müssen im Einzelfall mit geeigneten Methoden bewertet werden. Schon im Abstand von wenigen 100m können sich gerade bei komplexen Geländestrukturen die Windverhältnisse grundlegend ändern.

Als Grundlage zur Ausweisung von Windvorrangflächen empfiehlt der Windgutachterbeirat Potenzialkarten der mittleren Windleistungsdichte in den heute üblichen Nabenhöhen heranzuziehen. Vielfach werden hier 80 m, 100 m und 120 m Höhe über Grund in einem Raster von 100m betrachtet. Zur Erstellung sind für die jeweilige Geländekomplexität geeignete Methoden nach dem Stand der Technik zu wählen.

Keinesfalls geeignet als Grundlage sind mit vereinfachten Verfahren erstellte sogenannte „Windkarten“. Solche Karten werden oft für größere Regionen angeboten und können nur einen sehr groben Überblick über das Windangebot geben.

Einhaltung des 60% Kriteriums

Da das 60% Kriterium eine anlagenbezogene Größe ist, können zur Beurteilung dessen Einhaltung nur Anhaltspunkte gegeben werden. Konkret kann durchaus ein bestimmter Windenergieanlagentyp das 60% Kriterium an einem Standort noch einhalten, während dies für einen anderen Typ nicht mehr der Fall ist.

Weiterhin kann eine WEA durchaus in einer bestimmten Nabenhöhe am selben Standort das 60% Kriterium erfüllen und in einer anderen Höhe nicht. Dies ist dadurch begründet, dass das Windprofil (Änderung des Windangebots mit zunehmender Höhe) von demjenigen des genormten Referenzstandorts abweicht. Den Zusammenhang verdeutlicht folgende Grafik.

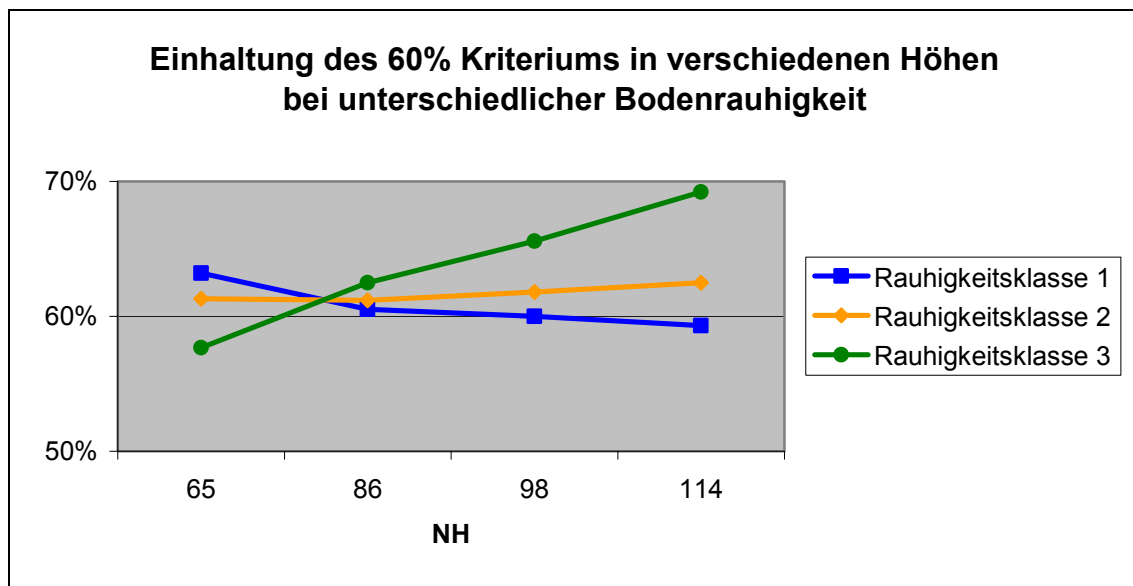


Abb. 1: Einhaltung des 60% Kriteriums an Beispielstandorten für denselben WEA – Typ bei konstanten Windverhältnissen in 80 m über Grund

Es zeigt sich, dass insbesondere an Standorten mit hoher Bodenrauigkeit die Nabenhöhe für die Einhaltung des 60% Kriteriums entscheidend ist. Während in geringeren Höhen die 60% des Referenzertrags nicht erreicht werden, kann diese Marke in größeren Höhen an solchen Standorten deutlich überschritten sein.

Gerade in waldreichen Regionen mit entsprechend hohen Rauigkeitswerten ist folglich die Ausweisung ausreichender Nabenhöhen in Windvorranggebieten von entscheidender Bedeutung.

Ebenso bedeutend für die Einhaltung des 60%-Kriteriums ist die Berücksichtigung der thermischen Schichtung der Atmosphäre. Die nachfolgende Abbildung zeigt, dass auch aufgrund der thermischen Schichtungsverhältnisse am Standort die Windzunahme mit der Höhe von der des Referenzstandortes abweichen kann.

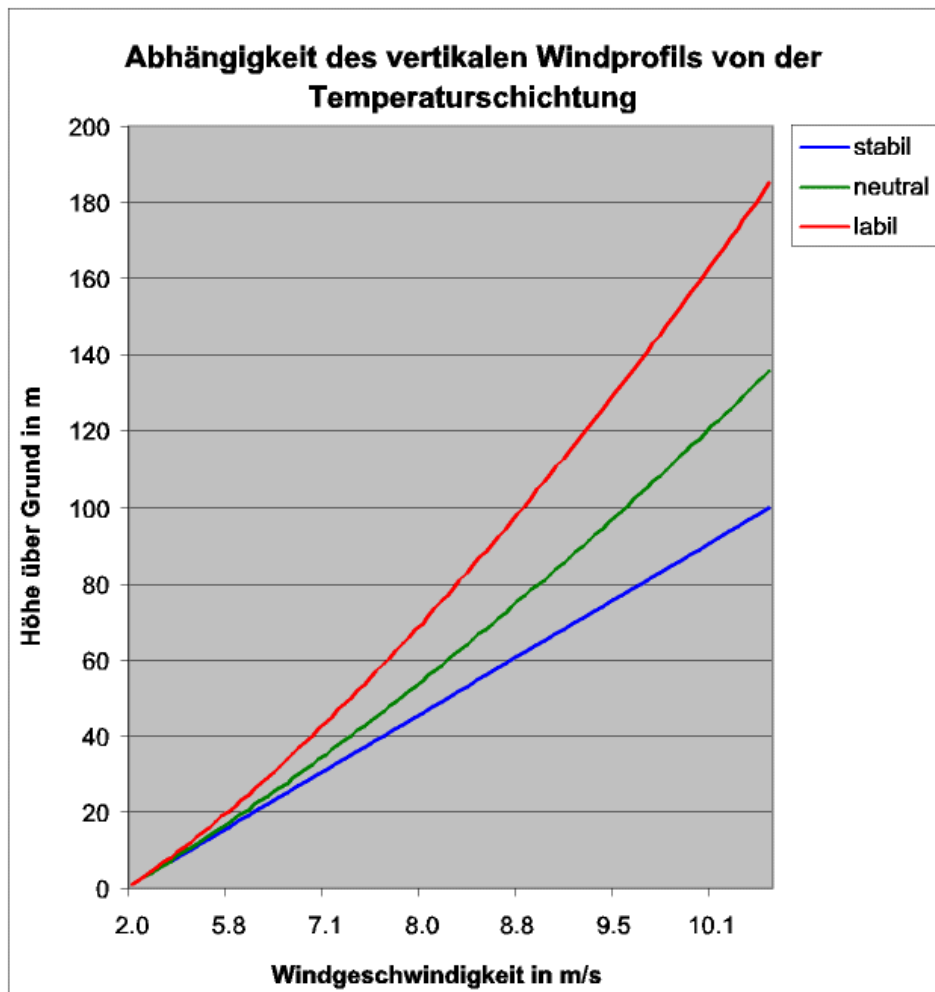


Abb. 2: Unterschiede im vertikalen Windprofil bei unterschiedlicher Temperaturschichtung

Betrachtet man heute im Markt gängige Anlagen der 2 MW Klasse ergibt sich, dass in der Regel bei einer Windleistung von etwa 160 W/m^2 in 65 m Höhe über Grund, bei etwa 185 W/m^2 in 100 m über Grund und bei etwa 195 W/m^2 in 120 m über Grund das 60% Kriterium gerade noch eingehalten werden kann. Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass diese Werte nur die Größenordnungen wiedergeben, die exakten Grenzwerte sind von Anlagentyp zu Anlagentyp unterschiedlich.

Autoren:

Carsten Albrecht, AL-PRO;

Wolfgang Sperling, EUROWIND GmbH,

Peter Trute, GEONET Umweltconsulting GmbH

URL: <http://www.wind-energie.de/de/themen/mensch-umwelt/vogelschutz/?type=97>

Datum: 1. März 2007

Artikel: Vogelschutz und Windenergie

In der Sache geht es um das Gleiche: den Schutz des Klimas und den damit verbundenen Erhalt der Arten. Als wichtiges Standbein der erneuerbaren Energien leistet die Windenergie einen großen Beitrag zu diesem Ziel. Windenergie und Vögel sind zwei ökologisch wichtige Themen, die sich nicht widersprechen müssen.

Vogelschutz und Windenergie ist kein Widerspruch

Das Thema Vogelschutz und Windenergie ist emotional stark aufgeladen. Vogelschützer setzen Windräder mit Mordmaschinen gleich. Da wird von Hunderten toter Fledermäuse berichtet, von blutigen Kadavern am Fuße der Windradtürme und vom Abwandern ganzer Arten aus den Gegenden rund um einen Windpark. Doch wer mit Vogelkundlern spricht, erhält ein sehr **differenziertes Bild** der Problematik: So sind Vögel nicht gleich Vögel, sagen die Ornithologen. Und auch innerhalb der Brut- und Gastvögelarten gibt es unterschiedliche Verhaltensweisen. Wer näher hinsieht, wird wie immer kein Schwarzweiß-Bild vor Augen haben, sondern viele Grauschattierungen wahrnehmen. So konnten Wissenschaftler den mysteriösen Tod von 200 Fledermäusen in einem Brandenburger Windpark klären: Die Tiere hatten sich eine Windrad-Gondel als Schlafplatz ausgesucht, wurden aber nicht von den Rotorblättern erschlagen, sondern sind verhungert. Manchmal muss in einer Gemeinde der Vogelschutz herhalten, wenn Bau- und Immissionsschutzrecht nicht auf der Seite der Windkraftgegner stehen. So weit muss es aber nicht kommen.



Die Verhältnismäßigkeit wahren

Jedes Tier und jeder Vogel ist schützenswert! Trotz allem gilt: Der menschliche Eingriff in die Natur führt zwangsläufig zur Störung der Umwelt. Besiedlung, Verkehr, Land- und Forstwirtschaft schränken die Lebensräume der Tiere zunehmend ein. An großflächigen Glasfronten, im Straßenverkehr oder bei menschengemachten Umweltkatastrophen wie Tanker-Havarien verenden jährlich mehrere Millionen Vögel. Auch der wohl größte menschliche Eingriff in die Natur bleibt nicht ohne Auswirkungen auf die Vogelwelt. Die Änderung des Klimas führt schon jetzt zu nachweisbaren Verhaltensänderungen von Zugvögeln. Dies geht aus einer Studie des Instituts für Zoologie der Johannes Gutenberg-Universität Mainz hervor.

Etwaige Auswirkungen von Windturbinen auf die Lebensräume und Durchzugsgebiete von Vögeln lassen sich dagegen durch eine sorgsame Standortplanung vermeiden oder wenigstens minimieren. Nahezu jedes Projekt wird heutzutage durch ornithologische Untersuchungen begleitet, in Natur- und Vogelschutzgebieten werden zudem keine Windenergie-Anlagen aufgestellt.

Ein Plädoyer für Sachlichkeit - die Studiendichte nimmt weiter zu

Kein „Vogelschlag“, kaum Meideverhalten – dies sind zusammengefasst die Ergebnisse langjähriger Studien zum Thema Windenergie und Artenschutz. Zahlreiche Ornithologen untersuchten das Vorkommen von Rast-, Brut- und Zugvögeln in der Nähe von Windenergie-Anlagen und stellten fest, dass sich nur wenige Arten auf Dauer in ihrem Verhalten beeinflusst zeigten. Der von Windkraftkritikern oftmals ins Feld geführte „Vogelschlag“ konnte vollends zurückgewiesen werden. So waren vereinzelte Häufungen von Totfunden allein bei Standorten auf Bergrücken – in Deutschland äußerst selten – oder nahe großer Gewässer zu beobachten. Der BUND rechnet bundesweit mit durchschnittlich 0,5 toten Vögeln pro Anlage und Jahr.

Studien, die sich über einen längeren Zeitraum mit der Vogel-Population in der Nähe von Windparks beschäftigen, sind rar, wären aber wichtig, um einigermaßen gesicherte Aussagen treffen zu können. In einer Langzeitstudie stellten etwa Wissenschaftler der TU-Berlin fest: Die meisten **Brutvögel** zeigen eine „geringe Empfindlichkeit gegenüber Windenergieanlagen“ auf. Lediglich Wachtel und Wachtelkönig mögen Windräder nicht sonderlich. Bei Mäusebussard und Rotmilan kamen die Forscher zu widersprüchlichen Ergebnissen. **Gastvögel** hingegen, die nur auf der Durchreise sind, reagieren schon eher allergisch auf Windkraftanlagen, vor allem Kranich, Weißwangens- und Blessgans und die Watvögel. Da zu vielen Arten lediglich eine Untersuchung vorliege, sprechen die Wissenschaftler aber nur von Tendenzangaben.

Sicher ist nur, dass es keine pauschale Feindschaft zwischen Vögeln und Windrädern gibt: So nutzten in der Untersuchung Kiebitze, Uferschnepfen, Schwarzkehlchen, Feldlerchen und Wiesenpieper den Windpark ungeniert als ihren **Lebensraum**: „Lediglich die unmittelbare Anlagennähe bis 100 m Entfernung wurde z.T. in geringerem Maße als erwartet frequentiert“, so die Wissenschaftler. Wesentlich unangenehmer für die Brutvögel seien aber die intensiv genutzten Äcker gewesen, wo nur noch die mutigsten Vögel ihr Nest bauten.

Dass Langzeitstudien über den Einfluss von Windrädern auf die Vogelwelt unerlässlich sind, glaubt auch der emeritierte Biologie-Professor Hans-Heiner Bergmann. Vögel können sich laut Bergmann an die menschliche Zivilisation und ihre technischen Errungenschaften mit der Zeit **gewöhnen**. So lag etwa die Fluchtdistanz von arktischen Wildgänsen gegenüber Bundesstraßen vor zwanzig Jahren noch bei 500 bis 1.000 Metern, während die Wildgänse heute bis auf 100, manchmal sogar 30 Meter an die Straße heranrücken. Auch an Windräder hätten sich einige Schwärme bereits gewöhnt.

Kommentar: Günter Ratzbor, Deutscher Naturschutzring (DNR), Projektleiter des DNR-Projekts „Umwelt- und naturverträgliche Windenergienutzung an Land“

„Windenergie für den Artenschutz kein Problem“

Günter Ratzbor

In jüngster Zeit hat sich der Deutsche Bundestag differenziert mit der Gefährdung heimischer Greifvogel- und Fledermausarten durch Windenergieanlagen (WEA) auseinandergesetzt (<http://dip.bundestag.de/btd/15/051/150511505188.pdf>). Das ist erfreulich. Der Naturschutz rückt wieder stärker in die öffentliche Aufmerksamkeit. Es ist zudem erfreulich, dass in diesem Zusammenhang auf eine Analyse des DNR als zusätzliche Informationsquelle verwiesen wurde. Die aktuellen Veröffentlichungen des BUND, des NABU und des DNR fassen den Stand des Wissens zu diesem Thema umfassend zusammen.

Auch die Gefährdung von Tierarten hatte der DNR dabei im Visier. Unter Windenergieanlagen wurden tatsächlich im Verhältnis zu anderen Arten relativ viele getötete Seeadler, Rotmilane sowie Große Abendsegler, Rauhaute- und Zwergfledermäuse gefunden. Bei den anderen Vogel- und Fledermausarten scheinen nur einzelne Tiere durch eine Kollision mit WEA umzukommen. Den gefährdeten Arten gegenüber haben wir eine besondere Verantwortung. Doch wie wird man dieser gerecht? Sicherlich nicht durch pauschale Problematisierungen. Eine differenzierte Betrachtung ist notwendig. Der Seeadler als Beispiel: Im Jahr 2004 gab es in Deutschland rund 470 Brutpaare bei etwa 1.400 Tieren insgesamt. Im selben Jahr wurden 5 durch WEA getötete Seeadler gefunden. Diese Zahlen beschreiben einen Sachverhalt, lassen aber keine Rückschlüsse auf eine spezifische Gefährdung zu, da jährlich 15 bis 25 % des Bestandes oder 210 bis 350 Tiere sterben.

Aus Sicht des Artenschutzes ergeben sich keine relevanten Probleme. Der Seeadlerbestand ist in den letzten Jahren – trotz Ausbau der Windenergie auf heute fast 17.000 Anlagen – erfreulich gestiegen. Die festgestellten Kollisionen haben darauf keinen erkennbaren Einfluss. Was aber positiven Einfluss hat, sind die langjährigen Artenschutzbemühungen der Verbände und einzelner Naturschützer, insbesondere das DDT-Verbot, die Einrichtung von Horstschutzzonen und deren Überwachung sowie das Durchwachsen von Horstbäumen. Die heute schwerwiegendste Gefährdung ist insbesondere Blei, das über Beutetiere und Aas von Seeadlern aufgenommen wird. Aus Sicht der Prüfung der Umweltverträglichkeit bzw. der Beurteilung der Eingriffserheblichkeit von Vorhaben ergeben sich jedoch weitergehende Fragen. Offensichtlich kann es zu Unfällen kommen. Wie sind diese zu vermeiden oder wenigstens zu minimieren? Offensichtlich gibt es ein Zeitfenster, in dem es häufiger zu Kollisionen kommt. Wie nutzen die Seeadler ihren Lebensraum in dieser Zeit? Wie kann die Standortwahl diesen Sachverhalten Rechnung tragen? Ist das planerisch nicht zu bewältigende Restrisiko durch gezielte Artenschutzmaßnahmen zu kompensieren? Beide Themenkomplexe haben für die Naturschutzverbände bereits seit Jahrzehnten eine zentrale Bedeutung. Die



WP
Wybelsumer
Polder. Durch
Langzeituntersuchung
begleitet.

Windenergie ist als Teil der erneuerbaren Energien wichtiges Element einer von den Verbänden geforderten nachhaltigen Energiepolitik. Insofern ist es erfreulich, wenn der Deutsche Bundestag sich ebenfalls mit diesen Themen beschäftigt. Allerdings scheint die breite öffentliche Diskussion über die Gefährdung von Arten durch WEA sehr populistisch geführt zu werden. Bei vielen Beiträgen scheint weniger der Schutz der Arten als vielmehr die Ablehnung der Nutzung der Windenergie im Vordergrund zu stehen. Es wäre falsch, wenn diese Art der Diskussion die meist langfristigen, oft erfolgreichen und immer mit viel persönlichen Einsatz verbundenen Artenschutzbemühungen in den Hintergrund drängen würde. Es wäre daher für die Verbände noch viel erfreulicher, wenn sich der Deutsche Bundestag mit den Artenschutzbemühungen der Verbände beschäftigen und beispielsweise den Schutz des Seeadlers u. a. durch eine Änderung des Bundesjagdgesetzes mit dem Verbot von Bleimunition unterstützen würde.

Untersuchung der Empfindlichkeit von Brut- und Gastvögeln

Zu einem ähnlichen Ergebnis kam auch Frank Bergen: In seiner Doktorarbeit analysierte der Biologe über drei Jahre lang das Verhalten von Vögeln in mehreren westfälischen Windparks. Mäusebussard, Turmfalke, Kornweihe und Rabenkrähe zeigen demnach kein **Meideverhalten** gegenüber Windrädern. Bergen: „Möglicherweise meiden allerdings individuenstarke Rabenkrähen-Schwärme die Umgebung von WEA. Auch bei den Arten Star (Sturnus vulgaris) und Ringeltaube (Columba palumbus) ergaben sich Hinweise auf ein Meideverhalten bis zu 100 m zur nächsten WEA, wobei unklar ist, ob dieser Effekt in ursächlichem Zusammenhang mit den WEA steht.“ Bergen empfiehlt zudem bei der künftigen Planung von Windparks einen Abstand von 200 Metern zu Kiebitz-Rastgebieten einzuhalten. Brutvögel zeigten sich in der Studie von Windkraftanlagen **unbeeindruckt**. „Lediglich bei der Wachtel (Coturnix coturnix) war nach Errichtung eines WP ein deutlicher Bestandsrückgang zu verzeichnen, der auf Grund des Migrationsverhaltens der Art (Invasionsvogel) allerdings schwer zu interpretieren ist“, schreibt Bergen. Auch auf Greifvögel wie Mäusebussard, Turmfalke und Rotmilan haben die WEA „keinen signifikanten Einfluss“. Mäusebussard und Turmfalke waren jedoch beim Bau des Windparks vom anrollenden Lieferverkehr irritiert. Änderungen beim Gesangsverhalten der Vögel wurden nicht festgestellt.



Ein Austernfischer brütet am Fuss einer WEA.

Bei den durchgeführten Beobachtungen wichen die **Zugvögel** ohne Probleme dem sich nahenden Windpark aus. Je nach Windpark reagierten vier bis 45 Prozent der Schwärme auf die Windräder. Die Gefahr, durch Rotorblätter „geschreddert“ zu werden, ist äußerst gering: Bei 82 Begehungen des Untersuchungsgebiets fand Bergen lediglich ein erschlagenes Wintergoldhähnchen.

Die Einschränkung der Qualität wertvoller **Lebensräume** für Vögel wurde in den vergangenen Jahren an verschiedenen Windparks intensiv erforscht und sehr differenzierte Ergebnisse für unterschiedliche Arten festgestellt. Einige Vogelarten weisen unterschiedliche Reaktionen auf, in Abhängigkeit von ihrem Status als Brut- oder Rastvogel.

Die nachfolgende Klassifikation ist Teil der Promotionsarbeit von Marc Reichenbach aus dem Jahr 2003, welche einen detaillierten Überblick über die derzeitigen Forschungsergebnisse gibt.

Geringe Empfindlichkeit

Die Art reagiert nicht oder nur mit geringfügigen räumlichen Verlagerungen, Bestandsveränderungen bewegen sich im Rahmen natürlicher Schwankungen

Mittlere Empfindlichkeit

Die Art reagiert mit erkennbaren räumlichen Verlagerungen in einer Größenordnung bis ca. 200m, es kommt zu Bestandsverringerungen, jedoch nicht zu vollständigen Verdrängungen.

Hohe Empfindlichkeit

Die Art reagiert mit starken räumlichen Verlagerungen mit deutlich mehr als 200m, es kommt zu deutlichen Bestandsverlusten mit Verbreitungslücken.

Vielfach unbeeindruckt

Die Grenze zwischen einer mittleren und einer hohen Empfindlichkeit wird bei ca. 200m gezogen, da in dieser Größenordnung ein deutlicher Sprung festzustellen ist, der u.a. auch die Empfindlichkeit fast sämtlicher Brutvogelarten von derjenigen der Gastvögel trennt. Im Ergebnis zeigt sich, dass bei den meisten der bislang untersuchten Brutvogelarten von einer geringen **Empfindlichkeit** gegenüber Windenergieanlagen ausgegangen werden kann.



Falke im Anflug auf sein Nest an einer Windenergieanlage.

Lediglich bei Wachtel und Wachtelkönig zeigt sich eine hohe Empfindlichkeit, während für die großen Wiesenvogelarten eine geringe bis mittlere Empfindlichkeit angenommen werden kann. Es wird aber auch deutlich, dass bei der Mehrzahl der **Brutvogelarten** bislang lediglich Tendenzaussagen möglich sind, die zwar in ihrer Gesamtheit plausibel erscheinen, im Einzelfall aber noch nicht hinreichend abgesichert sind. Bei einigen Brutvogelarten, wie Mäusebussard und Rotmilan, erlauben die widersprüchlichen Ergebnisse derzeit noch keine eindeutige Einstufung.

Bei den **Gastvögeln** muss bei fast allen untersuchten Arten von einer spezifischen Empfindlichkeit ausgegangen werden. Besonders empfindlich sind nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand Weißwangens- und Blessgans sowie der Kranich, gefolgt von den übrigen Gänsearten sowie den Wattvögeln. Wie bei den Brutvögeln liegt zu vielen Arten lediglich eine Untersuchung vor. Die Tendenzaussagen deuten jedoch fast alle auf das Vorliegen einer spezifischen Empfindlichkeit hin. Bei den **Greifvögeln** liegen zum Mäusebussard widersprüchliche Ergebnisse vor, ansonsten ist bei dieser Artengruppe das Wissen insgesamt noch gering.

Verglichen mit anderen menschlichen Eingriffen in die Natur sind Windenergieanlagen harmlos

Der BUND rechnet mit durchschnittlich 0,5 toten Vögeln pro Anlage und Jahr, derzeit also statistisch rund 8.000 jährlich. **Zum Vergleich** listet der BUND auf: „Man geht davon aus, dass jeweils ca. 5 - 10 Millionen Vögel im Straßenverkehr und an Hochspannungsmasten pro Jahr in Deutschland sterben.“ Vogelotod durch Windkraft kommt hierzulande also vergleichsweise selten vor. Dass Windkraftanlagen auch zur friedlichen Koexistenz mit Vögeln fähig sind, belegt ein Bericht des Deutschen Naturschutzrings in Niedersachsen: Im Wybelsumer Polder westlich der Stadt Emden wurde 1999/2000 ein Windpark mit 44 Windenergieanlagen errichtet. Bei einem **Vergleich des Vogelbestandes** im Polder fünf Jahre nach Errichtung des Windparks mit dem Bestand vor Errichtung zählte man nun mehr Vögel als früher. Von den 21 regelmäßig vorkommenden **Gastvogelarten** kommen drei Arten mit lokaler Bedeutung nach Bau des Windparks in geringeren Beständen vor. Die Bestände von acht Arten blieben gleich. Und zehn Arten haben sich deutlich vermehrt.



Quelle: BWE

Auch die **Brutvögel** kommen auf ihre Kosten: Die Ackerflächen des Polders waren bislang für Brutvögel uninteressant. Nur wenige Kiebitzpaare konnten beobachtet werden. Mit dem Bau des Windparks wurde schwerer Boden für den Deichbau unmittelbar neben Windrädern abgegraben, die Flächen wurden für den Naturschutz hergerichtet. Bereits im ersten Jahr brüteten dort viele unterschiedliche Arten. Eine dreijährige Erfassung des Brutbestandes weist eine nationale Bedeutung dieses Brutgebietes nach. Offensichtlich orientieren sich die Vögel vor allem an der Eignung der Brutplätze und lassen sich durch die Windräder nicht oder nur gering stören.

Fazit

Die Ornithologie zeigt also, dass sich Vogelschutz und Windenergie durchaus ergänzen können. Dazu sind jedoch einheitliche Analyse-Instrumente und Langzeitstudien notwendig. Wissenschaftlich fundierte Mindestabstände zu Vogelschutzgebieten und wichtigen Brut- bzw. Balzplätzen störungsempfindlicher Arten kann man so beim Bau von Windparks mit einplanen. Und wer die Windenergie aus der Vogelperspektive betrachtet, wird feststellen, dass eine emissionsfreie Stromerzeugung unserer Flora und Fauna äußerst gut tut.

Lesen Sie zu diesem Thema auch:

- Wild- und Nutztiere
- Offshore

Downloads:

- "Was sie schon immer über Windenergie und Vogelschutz wissen wollten", Broschüre, Nabu, 7/2006
- **Vogelschutz und Windenergie**, BWE Hintergrundpapier, Berlin 12/2004.
- **Gefährdung heimischer Greif- und Fledermausarten durch Windkraftanlagen**, Antwort auf eine kleine Anfrage, Bundesregierung, Berlin 3/2005.
- **Nils Holdgersons Reise über die Windräder** - Arktische Wildgänse mögen keine rotierenden Flügel – aber sie akzeptieren sie, neue energie, 4/2003.

Download und Übersicht über **aktuelle Studien** zum Thema Windenergie und Vogelschutz.

Links:

- www.vistaverde.de (Portal für Umwelt, Natur und Nachhaltigkeit)
- BUND-Baden Württemberg (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland BUND, Landesverband Baden-Württemberg)
- Schwedische Studie zu Offshore-Windenergie und Vögel

Download Studien:

- **Avian collision risk at an offshore wind farm**, Department of Wildlife Ecology and Biodiversity, National Environmental Research Institut, Denmark 2005.
- **Waterfowl and Offshore wind farms - a study in southern Kalmar Sound**, Swedisch Energy Agency and Department of Animal Ecology, Lund University, 2005.
 - Kurzfassung (7,1 MB)
 - Langfassung (8 MB)
- **Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse** – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen, Michael-Otto-Institut im NABU, 12/2004.
- **Vogelschlag, Meideverhalten und Habitatnutzung an bestehenden Windenergieanlagen**, Österreich, 12/2004.
 - Studie (7 MB)
 - Zusammenfassung (2 MB)
- **Studie zum Einfluss von Windenergieanlagen auf Großvögel in Bayern**, Büro für faunistische Fachfragen, 2003.
- **Langzeitstudie zum Konfliktthema "Windkraft und Vögel"** (6 MB)
Marc Reichenbach, ARSU GmbH, 2003.
 - Erster Zwischenbericht (2 MB)
 - Zweiter Zwischenbericht (6 MB)
- **Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel - Ausmaß und planerische Bewältigung**, Dr. Marc Reichenbach, 2003. (7,1 MB)
- **Untersuchung zum Einfluss der Errichtung und des Betriebs von Windenergieanlagen auf Vögel im Binnenland**, Frank Bergen, 2001.
 - Dissertation (17 MB)
 - Zusammenfassung (0,1 MB)
- **Ergebnisse eines fünfjährigen Brut- und Gastvogelmonitorings** (1994-1999) im Einzugsbereich des Windparks Misselwarden (Landkreis Cuxhaven), Energiekontor, 2000.
- **Ergebnisse eines fünfjährigen Brut- und Gastvogelmonitorings** (1994-1999) im Einzugsbereich des Windparks Wremen-Grauwalkanal (Landkreis Cuxhaven), Energiekontor, 2000.

Weitere Studien:

- **Ausschlusskriterien für WEA im Vorkommensgebiet gefährdeter Großvogelarten – Regionalplan Oberpfalz-Nord**
Büro für faunistische Fachfragen
Matthias Korn + Stefan Stübing, Juli 2003
Bezug: Boxer Buchhandlung Dr. Peter Wichmann
Baumgarten 28, 95326 Kulmbach,
Kosten: 80 EUR frei Haus
- **Bremer Beiträge für Naturkunde und Umweltschutz: Band 7 - Vögel und Fledermäuse im Konflikt mit der Windenergie - Erkenntnisse zur Empfindlichkeit**
BUND LV Bremen ISSN: 0946-0845
Bezug: BUND, LV Bremen, Am Dobben 44, 28203 Bremen, Tel. 0421 - 790020, Fax : 0421 - 7900 290, E-Mail: info@bund-bremen.net
Kosten: EUR 20,00 + Porto,
- **Untersuchungen zu Auswirkungen von WEA auf den Ortolan**
ARSU, Oldenburg, August 2004 , unveröffentlicht
Bezug: GET project GmbH & Co.KG, Herr Riedel
Russeer Weg 149a, 24109 Kiel

Download Studien:

- **Avian collision risk at an offshore wind farm**, Department of Wildlife Ecology and Biodiversity, National Environmental Research Institut, Denmark 2005.
- **Waterfowl and Offshore wind farms - a study in southern Kalmar Sound**, Swedisch Energy Agency and Department of Animal Ecology, Lund University, 2005.
 - Kurzfassung (7,1 MB)
 - Langfassung (8 MB)
- **Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse** – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen, Michael-Otto-Institut im NABU, 12/2004.
- **Vogelschlag, Meideverhalten und Habitatnutzung an bestehenden Windenergieanlagen**, Österreich, 12/2004.
 - Studie (7 MB)
 - Zusammenfassung (2 MB)
- **Studie zum Einfluss von Windenergieanlagen auf Großvögel in Bayern**, Büro für faunistische Fachfragen, 2003.
- **Langzeitstudie zum Konfliktthema "Windkraft und Vögel"** (6 MB)
Marc Reichenbach, ARSU GmbH, 2003.
 - Erster Zwischenbericht (2 MB)
 - Zweiter Zwischenbericht (6 MB)
- **Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel - Ausmaß und planerische Bewältigung**, Dr. Marc Reichenbach, 2003. (7,1 MB)
- **Untersuchung zum Einfluss der Errichtung und des Betriebs von Windenergieanlagen auf Vögel im Binnenland**, Frank Bergen, 2001.
 - Dissertation (17 MB)
 - Zusammenfassung (0,1 MB)
- **Ergebnisse eines fünfjährigen Brut- und Gastvogelmonitorings** (1994-1999) im Einzugsbereich des Windparks Misselwarden (Landkreis Cuxhaven), Energiekontor, 2000.
- **Ergebnisse eines fünfjährigen Brut- und Gastvogelmonitorings** (1994-1999) im Einzugsbereich des Windparks Wremen-Grauwalkanal (Landkreis Cuxhaven), Energiekontor, 2000.

Download Studien:

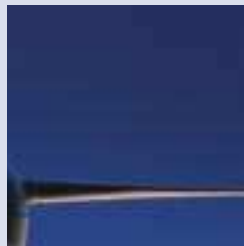
- **Avian collision risk at an offshore wind farm**, Department of Wildlife Ecology and Biodiversity, National Environmental Research Institut, Denmark 2005.
- **Waterfowl and Offshore wind farms - a study in southern Kalmar Sound**, Swedisch Energy Agency and Department of Animal Ecology, Lund University, 2005.
 - Kurzfassung (7,1 MB)
 - Langfassung (8 MB)
- **Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse** – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen, Michael-Otto-Institut im NABU, 12/2004.
- **Vogelschlag, Meideverhalten und Habitatnutzung an bestehenden Windenergieanlagen**, Österreich, 12/2004.
 - Studie (7 MB)
 - Zusammenfassung (2 MB)
- **Studie zum Einfluss von Windenergieanlagen auf Großvögel in Bayern**, Büro für faunistische Fachfragen, 2003.
- **Langzeitstudie zum Konfliktthema "Windkraft und Vögel"** (6 MB)
Marc Reichenbach, ARSU GmbH, 2003.
 - Erster Zwischenbericht (2 MB)
 - Zweiter Zwischenbericht (6 MB)
- **Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel - Ausmaß und planerische Bewältigung**, Dr. Marc Reichenbach, 2003. (7,1 MB)
- **Untersuchung zum Einfluss der Errichtung und des Betriebs von Windenergieanlagen auf Vögel im Binnenland**, Frank Bergen, 2001.
 - Dissertation (17 MB)
 - Zusammenfassung (0,1 MB)
- **Ergebnisse eines fünfjährigen Brut- und Gastvogelmonitorings** (1994-1999) im Einzugsbereich des Windparks Misselwarden (Landkreis Cuxhaven), Energiekontor, 2000.
- **Ergebnisse eines fünfjährigen Brut- und Gastvogelmonitorings** (1994-1999) im Einzugsbereich des Windparks Wremen-Grauwalkanal (Landkreis Cuxhaven), Energiekontor, 2000.

<http://www.wind-energie.de/de/themen/mensch-umwelt/vogelschutz/?type=97>

1. März 2007

Fakten zur Windenergie

VON DER SCHAFFUNG NEUER ARBEITSPLÄTZE
BIS ZUR ZUKUNFT DER ENERGIEVERSORGUNG



INHALT

- 03_EINLEITUNG/STICHWORTVERZEICHNIS
- 05_AKZEPTANZ
- 07_ARBEITSPLÄTZE
- 08_BÜRGERWINDPARK
- 09_EMISSIONSHANDEL
- 10_ENERGIEBILANZEN
- 11_ENERGIESPAREN
- 11_ERNEUERBARE-ENERGIEN-GESETZ (EEG)
- 12_EXPORT
- 13_EXTERNE KOSTEN
- 14_GENEHMIGUNG
- 15_GLOBALE VERANTWORTUNG
- 16_INFRASCHALL
- 17_INTERNATIONALE WINDENERGIENUTZUNG
- 18_KLIMAFOLGEN UND KLIMASCHUTZ
- 20_LANDSCHAFTSBILD
- 21_LAUFZEITEN
- 21_LEISTUNG
- 22_NETZAUSBAU
- 23_OFFSHORE
- 24_POTENZIAL DER ERNEUERBAREN ENERGIEN
- 25_RECYCLING
- 26_REGELENERGIE
- 27_REGIONALE WIRTSCHAFTSIMPULSE
- 29_REPOWERING
- 30_ROHSTOFFRESERVEN
- 31_RÜCKBAU
- 32_SCHALLENTWICKLUNG
- 33_SCHATTENWURF UND DISKOEFFEKT
- 33_SICHERHEIT
- 34_STROMPREISE
- 35_SUBVENTIONEN
- 36_TECHNIK
- 39_TOURISMUS
- 40_UMWELTSCHUTZ
- 41_UMWELTVERBÄNDE ZUR WINDENERGIE
- 42_VERGÜTUNG
- 43_VERGÜTUNGSMODELLE
- 44_VOGELSCHUTZ
- 45_WETTBEWERB
- 45_WILD- UND NUTZTIERE
- 46_WINDENERGIEFONDS
- 47_ZIELE

ANHANG

- 48_WINDENERGIE IM INTERNET
- 49_PUBLIKATIONEN
- 50_IMPRESSUM
- 51_BESTELLSERVICE BWE-SERVICE GMBH

Von A bis Z

Fakten zur Windenergie



Der Text, die Links und auch die als PDF verfügbare Literatur stehen unter www.wind-energie.de zum Download bereit.

Aus Sonne, Wind, Wasser, Biomasse und Erdwärme gewannen die Menschen seit jeher ihre Energien. Heute stellen die erneuerbaren Energien einen wichtigen Bestandteil an der weltweiten Energieversorgung dar. Ihre zunehmende Nutzung im Rahmen des Strukturwandels zu einer nachhaltigen Energiewirtschaft wird allgemein befürwortet.

Mit wachsender Bedeutung der „Erneuerbaren“ steigt jedoch auch der Informationsbedarf in der Bevölkerung.

Der Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE) hat deshalb die wichtigsten Fakten zur Windenergie von A bis Z in dieser Broschüre zusammengestellt.

Stichwortverzeichnis	Verweis auf Seite
Beteiligung	46
Brakelmann-Studie	22
dena-Netzstudie	22
EEG-Quote	11
EEG-Umlage	11
Energetische Amortisation	11
Energieszenarien	24
Fonds	46
Kosten der Windenergie	34
Leistungsbilanzen	46
Mindestpreissystem	43
Naturschutz	40
Netznutzungsentgelt	45
Netzstabilität	22
Ökobilanz	10
Quotensystem	43
Schattenkraftwerke	26
Temperaturmonitoring	22
Umfragen	05
Versorgungssicherheit	26
Windgutachten	26
Windprognosen	26
Zertifikate	09



Akzeptanz – Konsens Windenergie

Literatur:

- _ Meinungen zu erneuerbaren Energien, forsa-Umfrage, April 2005.
- _ Umweltpolitik – Umweltbewusstsein in Deutschland 2004 (Emnid-Umfrage), Umweltbundesamt, Bonn 2004.
- _ Meinungen zur Windenergie, forsa – Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen, Mai 2004.
- _ Umwelt 2004. Repräsentative Bevölkerungsumfragen zur Umweltsituation heute sowie zu ausgewählten Fragen der Umwelt- und Energiepolitik, IfD Allensbach, März/April 2004.
- _ Allensbach-Studie zu Energieversorgung und Energiepolitik, im Auftrag des Bundespresseamtes, Berlin 11/2003.
- _ Umfrage: 89% befürworten Förderung der Windenergie (Scheiz), in: Erneuerbare Energien 1/2003.

Die große Mehrheit der Bevölkerung steht der Windenergie außerordentlich positiv gegenüber. Unabhängige Umfragen der marktführenden Meinungsforschungsinstitute Allensbach, Emnid und forsa belegen dies.

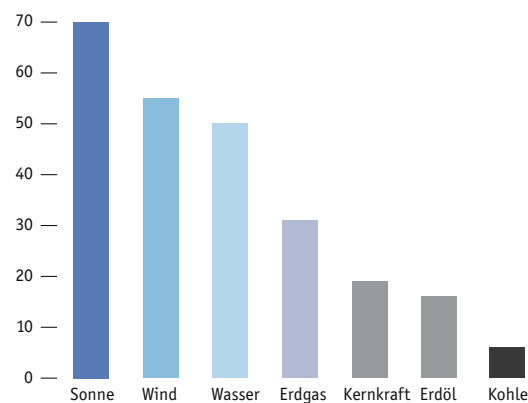
Zwei Drittel der Bundesbürger sprechen sich demnach für eine deutliche Erhöhung des Anteils der Windenergie an der Stromversorgung in Deutschland aus. Die im Mai 2004 und April 2005 im Auftrag des Bundesumweltministeriums durchgeführten forsa-Umfragen „Meinungen zur Windenergie“ und „Meinungen zu erneuerbaren Energien“ zeigen außerdem, dass sich die Zustimmung durch alle politischen Lager zieht. Sowohl Anhänger der Grünen (85%) und der SPD (80%) als auch der FDP (63%) und der Union (63%) befürworten mehrheitlich die Nutzung der Windenergie.

Ebenso wird die Förderung durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) als sinnvoll und angemessen angesehen. Windkraft gilt nach der Solarenergie als beliebteste Energieform. Geschätzt werden besonders ihre Umwelt- bzw. Klimaverträglichkeit und „Uerschöpflichkeit“. Sie verringere die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern wie Kohle, Uran, Öl und Gas und berge kaum Gefahren für Mensch und Natur. Atomkraft wird demgegenüber als zukunftsfähige Energieform abgelehnt. 59 Prozent der Bevölkerung erachten das Risiko ihrer Nutzung als zu hoch und fordern den endgültigen Ausstieg.

- Bürgerwindpark S.8
- Tourismus S.39

Der Wunsch nach den zukünftigen tragenden Säulen der Energieversorgung.

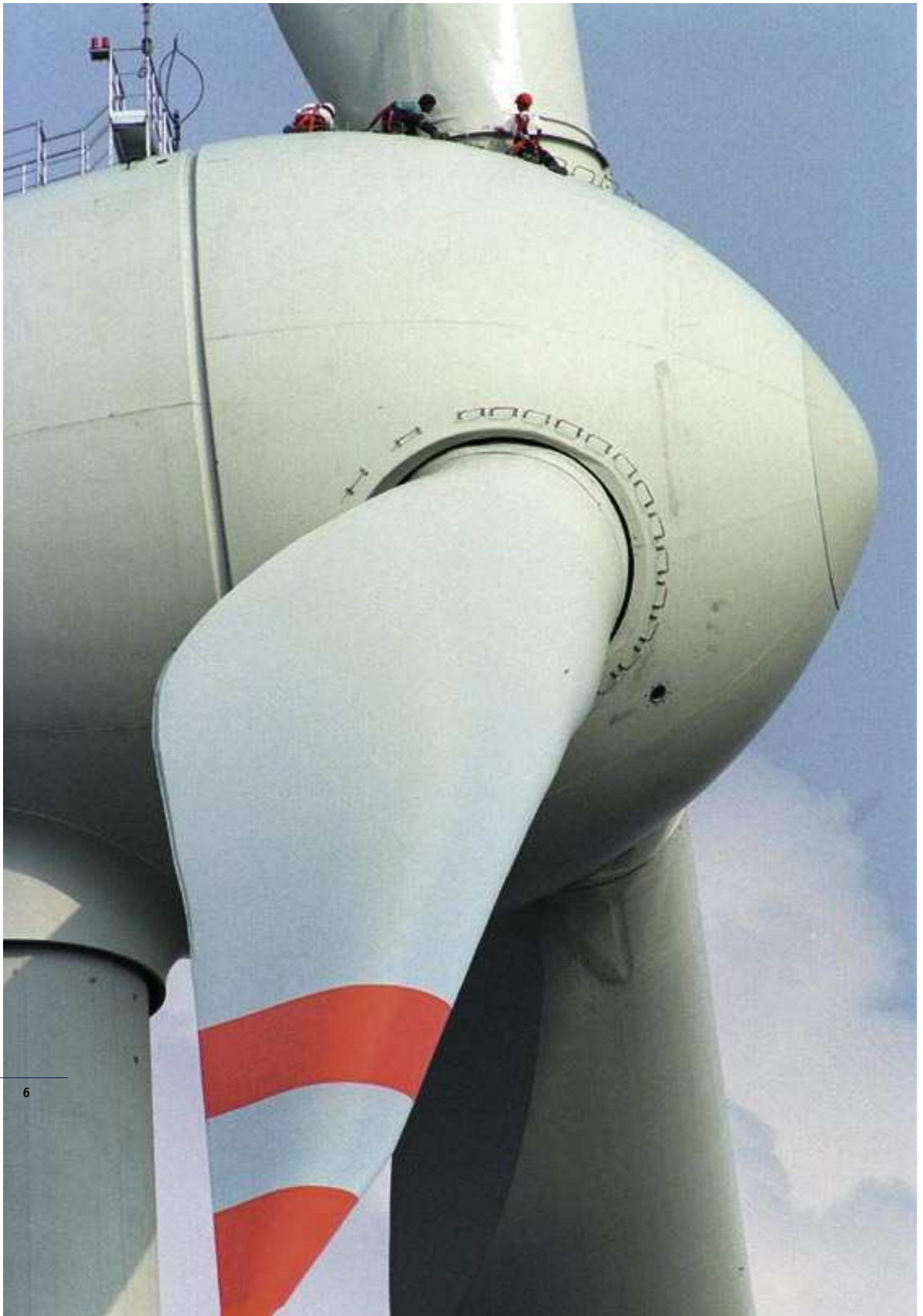
Quelle: Allensbach, 2003. Angaben in Prozent.



Die Unterstützung der Windenergie ist keine Frage der politischen Einstellung: Meinungsumfragen geben ein klares Bild über die Wünsche der Menschen, quer durch die Anhänger der verschiedenen Parteien.

Quelle: forsa, 2004/2005

	Gesamt	SPD	Grüne	CDU/CSU	FDP
Die Windenergie soll eine wichtige Säule der Energieversorgung werden.	71	80	85	63	63
Die Förderung der erneuerbaren Energien sollte weiter verstärkt werden.	62	68	83	52	57
Die Windenergie sollte weiter gefördert werden.	66	79	79	54	62
Der Anteil der Windenergie an der Stromversorgung in Deutschland soll weiter ausgebaut werden.	66	78	85	51	61





Arbeitsplätze – für die Region, für die Menschen

130.000 Beschäftigte zählt die Branche der erneuerbaren Energien, davon allein 60.000 im Bereich der Windenergie. Bis 2020 können es sogar 500.000 Jobs bei den Erneuerbaren und rund 110.000 Arbeitsplätze bei der Windkraft sein. Im Zeitalter der Globalisierung erweist sich die Energiewende als Jobmotor, leisten die erneuerbaren Energien eine Wertschöpfung, die vor allem national und regional erfolgreich ist.

Hersteller, Service-Dienstleister, Planungsbüros, Sachverständige und Gutachter leben von der sauberen Energie. Ebenso die Zulieferfirmen, zu denen vielfach alt eingesessene Unternehmen aus dem Maschinen- und Anlagenbau, der Metallindustrie und der Elektrobranche gehören. Ihre Zentren sind größtenteils in Norddeutschland, Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Sachsen-Anhalt beheimatet. Hier entstehen sichere Arbeitsplätze und die Wirtschaftskraft der oftmals strukturschwachen Regionen wird nachhaltig gestärkt. Windenergie hat einen entscheidenden Anteil an der bisherigen Erfolgsgeschichte der erneuerbaren Energien. Und die Zukunft ist vielversprechend: An Nord- und Ostsee können mit Beginn des Offshore-Zeitalters zusätzlich über 10.000 neue Jobs entstehen. Die Exportquote deutscher Windtechnologie beträgt schon heute 60 Prozent, Tendenz steigend.

■ **Export** S.12

■ **Offshore** S.23

■ **Regionale Wirtschaftsimpulse** S.27

**Jobbörsen
im Internet:**
www.energiejobs.de
www.jobmesse-ee.de

Internet:

_ www.deutsche-windindustrie.de
(Informationsseite zur Windindustrie in Deutschland)
_ www.unendlich-viel-energie.de
(Informationskampagne zu erneuerbaren Energien)
_ www.erneuerbare-energien.de
(Bundesumweltministerium)
_ www.wind-energie.de
(Themenbereich: Wirtschaft)
_ www.bildungsportal-windenergie.de

Literatur:

_ Die Windindustrie in Deutschland. Daten. Potenziale. Unternehmen, Sunbeam GmbH (Hrsg.), Berlin 2005.
_ Essener Deklaration – Erneuerbare Energien, Innovationskraft für Deutschland, Essen 2005.
_ Windkraft schafft Arbeit, BWE-Hintergrundpapier, Bundesverband WindEnergie, Berlin 2005.
_ Energiedaten – Zahlen und Fakten, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, Berlin 2/2005.
_ Umweltpolitik – Erneuerbare Energien in Zahlen. Nationale und internationale Entwicklung,

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Berlin 2004.
_ Arbeitsplatzstatistik der Windenergie-Branche für das Jahr 2003, Bundesverband WindEnergie, Osnabrück 2004.
_ Windkraft: Arbeitskräfte mit Zukunft. Klimaschutz und Beschäftigung, IG Metall (Hrsg.), Frankfurt 2003.
_ Zur Lage der Regenerativen Energiewirtschaft in Nordrhein-Westfalen 2002, IWR (Hrsg.), Münster 2003.



Bürgerwindpark Akzeptanz durch Teilhabe

Literatur:

_ Das Geld bleibt in der Gemeinde, Windblatt, Heft 6/2004.

_ Mit Abstrichen zufrieden. Ergebnisse der Kommanditisten-Umfrage des BWE, in: neue energie, Heft 11/2004.

Ob Privatpersonen, Gesellschaften in Form einer GmbH oder KG, Gewerbebetriebe oder auch Energieversorger – die Betreiberstruktur deutscher Windparks ist heterogen. Als besonders erfolgreich hat sich bisher das Modell des Bürgerwindparks erwiesen.

Bürgerwindparks werden in enger Zusammenarbeit zwischen den Initiatoren (oftmals lokale Grundstückseigentümer), beteiligten Gemeinden und der anwohnenden Bevölkerung verwirklicht. Niedrige Mindestbeteiligungssummen für Anwohner beziehungsweise deren bevorzugte Berücksichtigung bei der Zuteilung von Kommanditanteilen sorgen für hohe regionale Teilhabe und Akzeptanz. So profitieren die Bürger auch finanziell vom sauberen Ertrag „ihres“ Windparks.

Bei den jährlich durchgeführten Kommanditisten-Umfragen des Bundesverbandes WindEnergie erreichen Bürgerwindparks stets höchste Werte. Den Gemeinden bieten sie sichere Einnahmequellen durch Gewerbesteuern und Pachten. In der Bauphase verschaffen sie ortsansässigen Unternehmen lukrative Aufträge.

- Akzeptanz S.5
- Regionale Wirtschaftsimpulse S.27
- Windenergiefonds S.46

Emissionshandel und EEG

Das Ziel ist klar: die Reduzierung des Ausstoßes von CO₂. Der Emissionshandel erfüllt diese Aufgabe durch die Ausgabe und den Handel von Verschmutzungsrechten, sogenannten Zertifikaten. Wer mehr CO₂ emittiert als er darf, muss Rechte zukaufen. Wer Emissionen einspart, kann verkaufen. Ein sehr zielorientiertes Instrument.

Doch auf die CO₂-Vermeidung allein lässt sich die Aufgabe der erneuerbaren Energien nicht reduzieren. Ihre Ziele sind darüber hinaus die Versorgungssicherheit bei knapper werdenden Ressourcen sicherzustellen und langfristig die Technologien zu entwickeln, die das Potenzial der erneuerbaren Energien erschließen und eine kostengünstige Energieversorgung gewährleisten. Ziele, die sich im Wert von Emissionszertifikaten nicht wiederfinden, aber in der Bewertung erneuerbarer Energien nicht wegfallen dürfen. Hinzu kommt die Forderung von Industrieunternehmen, das zur Verfügung stehende CO₂-Budget nicht zum Hemmschuh für das Wirtschaftswachstum werden zu lassen. Die Festlegung des Volumens handelbarer Zertifikate wird so zu einem Politikum. Je mehr Verschmutzungsrechte vom Staat vergeben werden, desto geringer der Preis auf dem Markt. Die aktuellen Zertifikatspreise spiegeln daher weder tatsächliche noch langfristige Vermeidungskosten wider.

Es zeigt sich also, dass die Ziele der beiden Instrumente nicht identisch sind. Jedoch ergänzen sich die Instrumente der Förderung erneuerbarer Energien und der Emissionshandel und sollten nicht gegeneinander ausgespielt werden.

- EEG S.11
- Vergütung der Windenergie S.42
- Vergütungsmodelle S.43



Internet:

_ www.bmu.de/emissionshandel (Informationsseite des Umweltministeriums)

Literatur:

_ Kein Widerspruch – EEG und Emissionshandel, BWE-Hintergrundpapier, Bundesverband WindEnergie, Berlin 2005.

_ Emissionshandel - Mehr Klimaschutz durch Wettbewerb, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin 3/2005.

_ Die Bedeutung des Emissionshandels für die Entwicklung der regenerativen Energiebranche (BWE-Seminarband), BWE-Service GmbH, Berlin 1/2005.

_ Politikszenerarien für den Klimaschutz - Langfristszenarien und Handlungsempfehlungen ab 2012, DIW/Fraunhofer Institut/Forschungszentrum Jülich/Öko-institut, 3/2004.

Literatur:

- _ Lebenszyklusanalysen ausgewählter zukünftiger Stromerzeugungstechniken, IER/DLR/LEE/FFE (Hrsg.), VDI Verlag, Düsseldorf 2004.
- _ Energetische Bewertung von Windkraftanlagen (Diplomarbeit), Fachhochschule Würzburg (Hrsg.), Würzburg 2004.
- _ Ganzheitliche Energiebilanzen von Windkraftanlagen: Wie sauber sind die weißen Riesen? Ruhr-Universität (Hrsg.), Bochum 2004.
- _ Erneuerbare Energien – Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 3. Auflage, M. Kaltschmitt u.a., Berlin 2003.
- _ Bilanzierung der Stromerzeugung aus regenerativen Energien (IER-Forschungsbericht Band 83), Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung der Uni Stuttgart (Hrsg.), Stuttgart 2001.
- _ Beitrag zum kumulierten Energieaufwand ausgewählter Windenergiekonverter, hrsg. vom Institut für ökologisch verträgliche Energiewirtschaft der Universität Essen (OeVE), E. Pick, H.-J. Wagner, Essen 1998.



Energiebilanzen von Windenergie-Anlagen

Eine Windenergie-Anlage erzeugt während ihres Betriebes gut 40 bis 70 Mal so viel Energie wie für ihre Herstellung, Nutzung und Entsorgung eingesetzt wird. Diese energetische Effizienz moderner Windmühlen wurde in den letzten 15 Jahren durch mehrere Studien unabhängiger Forschungsinstitute bestätigt.

Demnach reichen einer Windturbine an Land zwischen drei Monaten und einem Jahr, um die Energie wieder „zurückzugeben“. Untersuchungen für Offshore-Anlagen der Multimegawattklasse haben gezeigt, dass diese lediglich 4-6 Monate brauchen, um die Energie wieder einzufahren, die für ihre Produktion, Aufstellung und Abbau benötigt wird.

Betrachtet man bei der energetischen Amortisation dann noch die Möglichkeiten des Recyclings und schreibt diese der WEA gut, erhöht sich der Erntefaktor auf bis zu 90. Bei einer durchschnittlichen Laufzeit von 20 Jahren eine sehr positive ökologische Bilanz, die konventionelle Kraftwerke durch den betriebsbedingten ständigen Einsatz von fossilen Brennstoffen niemals erreichen können.

- Leistung der Windenergie S.21
- Recycling S.25
- Technik S.36



Internet:

- _ www.thema-energie.de
(Deutsche Energie-Agentur, dena)
- _ www.system-energieeffizienz.de
- _ www.initiative-energieeffizienz.de

Literatur:

- _ *Energiesparen im Haushalt. Tipps und Informationen zum richtigen Umgang mit Energie*, Umweltbundesamt (Hrsg.), Berlin 2004.
- _ *Klimaschutz durch Minderung von Treibhausgasemissionen im Bereich Haushalte und Kleinverbrauch durch klimagerechtes Verhalten (Bde I und II)*, Umweltbundesamt (Hrsg.), Karlsruhe 2000.



Energiesparen – enormes Potenzial

Die drei Säulen einer nachhaltigen Energieversorgung heißen: Einsatz erneuerbarer Energien, Energieeffizienz und Energiesparen. Nur durch ein Zusammenspiel dieser Faktoren kann die Energiewende gelingen. Drei-Liter-Autos und Passivhäuser sind hier ein gutes Beispiel. Im Strombereich ist gerade bei den privaten Haushalten das Einsparpotenzial enorm. Jeder einzelne Verbraucher steht hier in der Mitverantwortung, seinen Teil zur Verminderung von Schadstoffemissionen beizutragen. Allein die Leerlaufverluste von Elektrogeräten (Stand-by-Funktion) belaufen sich auf circa 14 Mrd. Kilowattstunden. Bei einem Strompreis von 15 Cent pro Kilowattstunde ergeben sich für einen durchschnittlichen Vier-Personen-Haushalt Mehrkosten in Höhe von über 70 Euro im Jahr. Würde diese unsinnige Bereitstellung von Energie eingespart, so könnten die drei kleinsten Atomkraftwerke Deutschlands sofort abgeschaltet oder die Umwelt von etwa 10 Millionen Tonnen Kohlendioxid entlastet werden.

- Globale Verantwortung S.15
- Rohstoffreserven S.30



Erneuerbare-Energien-Gesetz – Wegbereiter einer nachhaltigen Energiewirtschaft

Zentrales Element für Klima- und Umweltschutz und gesetzliche Grundlage der Vergütung für Strom aus regenerativen Energien ist das Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG). Es trat im April 2000 in Kraft und löste das Stromeinspeisegesetz von 1991 ab. Im August 2004 wurde das EEG erstmals überarbeitet und die Vergütungssätze der fortschreitenden technologischen Entwicklung angepasst. Festgelegte degressive Vergütungssätze sowie die vorrangige Abnahme durch die Netzbetreiber garantieren den Marktzugang und sichern den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien. Notwendig ist diese Regelung auf Grund der jahrzehntelangen Subventionierung der etablierten Energieträger und einer fehlenden Berücksichtigung externer Kosten bei der Energiepreisbildung. Das EEG stellt daher einen Nachteilsausgleich gegenüber den fossilen und atomaren Energieträgern dar. Es schafft die notwendige Planungssicherheit für Hersteller, Anlagenbetreiber

und Finanzierer. Aufgrund dieser Sicherheit errangen deutsche Unternehmen die technologische Führung im Zukunftsmarkt erneuerbare Energien. Keinesfalls belastet das EEG den Wirtschaftsstandort Deutschland, da Ausnahmeregelungen die stromintensive Industrie berücksichtigen.

Seit seiner Einführung hat sich das Erneuerbare-Energien-Gesetz auch im Vergleich mit Ausschreibungssystemen und Quotenmodellen als äußerst effizientes Instrumentarium zur Wegbereitung einer nachhaltigen Energieversorgung erwiesen. Bereits heute haben 16 EU-Länder ähnliche Vorschriften zur Förderung der erneuerbaren Energien. Und auch außerhalb Europas überzeugt das Mindestpreissystem bei der konsequenten Umstellung auf erneuerbare Energien.

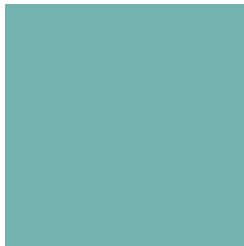
- Vergütung der Windenergie S.42
- Vergütungsmodelle S.43

Internet:

- _ www.erneuerbare-energien.de
(Informationsseite des Umweltministeriums)
- _ www.bee-ev.de (Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.)

Literatur:

- _ Bundesgesetzblatt Jahrgang 2004 Teil I Nr. 40: Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich, Bonn, 31. Juli 2004.
- _ *Erneuerbare-Energien-Gesetz: Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG). Kommentar*, 3. Auflage, Peter Salje, Köln 2004.
- _ *Bericht über den Stand der Markteinführung und der Kostenentwicklung von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien (Erfahrungsbericht zum EEG)*, Die Bundesregierung (Hrsg.), Juni 2002.



Internet:

- _ www.exportinitiative.de (Deutsche Energie-Agentur – dena)
- _ www.gtz.de/wind (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit)
- _ www.renewables-made-in-germany.de
- www.deutsche-windindustrie.de

Literatur:

- _ Die Windindustrie in Deutschland. Daten. Potenziale. Unternehmen, Sunbeam GmbH (Hrsg.), Berlin 2005.
- _ Exportschlager Windkraft, BWE-Hintergrundpapier, Bundesverband WindEnergie, Berlin 4/2004.
- _ Exporthandbuch Windenergie 2003/04, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Berlin 2004.
- _ Exportförderung – ein Instrument zur Schaffung zukunftsfähiger Windenergiemärkte, BWE-Hintergrundinformation, Bundesverband WindEnergie, Osnabrück 2004.
- _ Umwelttechnik erfolgreich exportieren. Neue Märkte für deutsche Spitzentechnologie, Hans-Nikolaus Lauer (Hrsg.), Köln 2002.

Export – Windenergie weltweit im Kommen

Die deutsche Windindustrie ist weltweit führend. Nirgendwo sonst werden mehr Windenergie-Anlagen und Komponenten gefertigt, sind technisches Know-how und gesammelte Erfahrungswerte in so hohem Maße verfügbar. Deutsche Unternehmen haben einen Weltmarktanteil von 50 Prozent, die Exportquote der Hersteller und Zulieferer liegt sogar bei 60 Prozent. Dennoch gestaltet sich die Erschließung ausländischer Märkte immer noch schwierig: Wie in Deutschland werden in vielen anderen Ländern konventionelle Energieträger subventioniert und die externen Kosten der Energiegewinnung nicht in den Preis eingerechnet. Oftmals fehlen feste gesetzliche Rahmenbedingungen, besteht ein Informationsdefizit bezüglich der ökonomischen und ökologischen Vorteile einer dezentralen regenerativen Energieversorgung. Diese Hemmnisse gilt es durch eine nachhaltige Exportförderung abzubauen. Nur so können die ambitionierten Ausbauziele, zu denen sich unter anderem die Europäische Union, Lateinamerika oder China verpflichtet haben, in Zukunft umgesetzt werden. Die Potenziale sind riesig, geeignete Standorte für die Nutzung der Windenergie gibt es überall auf der Welt.



- Globale Verantwortung S.15
- Internationale Windenergienutzung S.17
- Klimafolgen und Klimaschutz S.18
- Ziele S.47



Externe Kosten – fauler Wettbewerb

Jegliche Form der Energiegewinnung verursacht Folgekosten, die sich nicht in den betriebswirtschaftlichen Energiepreisen wiederfinden und stattdessen von der gesamten Volkswirtschaft getragen werden. Zu diesen externen Kosten gehören vor allem die Folgen von Gesundheits-, Umwelt- und Klimaschäden auf Grund vermehrter Schadstoffemissionen, aber auch Kosten für sichere Förderung und ungehinderten Transport der Energieträger.

Eine exakte Quantifizierung ist dabei nicht möglich. Doch während allein 36 Prozent der deutschen Treibhausgasemissionen auf die Kohlekraftwerke zurückgehen – übrigens doppelt so viel wie beim Autoverkehr – entstehen bei den erneuerbaren Energien fast ausschließlich in der Herstellungsphase der Anlagen Schadstoffe, der Betrieb ist weitestgehend schadstofffrei. Die Folgekosten der fossilen Energieträger Öl, Kohle und Gas sowie der Atomenergie mit ihren unabschätzbaren Risiken liegen teilweise weit über den Aufwendungen zur Förderung durch das EEG. Strom aus erneuerbaren Energien wäre somit heute nicht nur volkswirtschaftlich günstiger sondern bereits wettbewerbsfähig, würde man die externen Kosten der Energiegewinnung in den Energiepreisen berücksichtigen.

- Klimafolgen und Klimaschutz S.18
- Rohstoffreserven S.30
- Umweltschutz S.40

Internet:

_ www.externe.info (ExternE, ein Projekt der Europäischen Kommission)
 _ de.wikipedia.org/wiki/Kernkraft (Informationen zu Risiken, Versicherung und Reaktorunfällen)

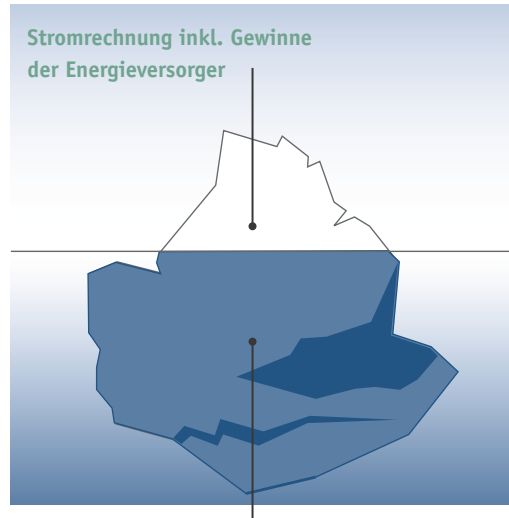
Literatur:

_ Antwort der Bundesregierung auf eine kleine Anfrage: Probleme des Steinkohlebergbaus in Deutschland, insbesondere am Niederrhein, 3/2005.
 _ Externe Kosten – Die vergessenen Kosten der Energieversorgung, BWE-Hintergrundpapier, Bundesverband WindEnergie, Osnabrück 2004.
 _ Braunkohle – ein subventionstfreier Energieträger? Umweltbundesamt (Hrsg.), Berlin 10/2004.

_ Study on Energy Supply Security and Geopolitics, Clingendael International Energy Programme, CIEP (Hrsg.), The Hague 2004.
 _ Externe Kosten: Die vergessenen Kosten der Energieversorgung, BWE-Hintergrundpapier, Bundesverband WindEnergie, Osnabrück 2004.
 _ Externe Kosten im Energiebereich – 2. Zwischenbericht, Energiebeauftragter des Landes Steiermark, 2004.
 _ Externe Kosten in der Stromerzeugung, VWEV Energieverlag, Berlin 2003.

_ 17 Jahre nach Tschernobyl, Greenpeace, Hannover 4/2003.
 _ Vergleich externer Kosten der Stromerzeugung in Bezug auf das Erneuerbare-Energien-Gesetz, Umweltbundesamt (Hrsg.), Berlin 2002.
 _ Das EEG – eine Investition in die Zukunft zahlt sich schon heute aus, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Heft 7/2002.
 _ Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung, Enquete-Kommission

des Deutschen Bundestages Schlussbericht, Juli 2002.
 _ Atomkraft – schweres Erbe für die Zukunft, Greenpeace, Hamburg 2000.
 _ Umwelt- und Gesundheitsschäden durch die Stromerzeugung. Externe Kosten von Stromerzeugungssystemen, R. Friedrich u.a. (Hrsg.), Berlin 1997.



**Stromrechnung inkl. Gewinne
der Energieversorger**

**Volkswirtschaftliche Schäden,
getragen durch den Steuerzahler**

(Gesundheitsschäden, militärische Konflikte, politische Abhängigkeit, Treibhauseffekt/Umweltschäden, atomare Endlagerung)

Internet:

_ www.wind-energie.de (Themenbereich: Mensch und Umwelt)

Literatur:

_ Änderung der 4. Bundesimmissionsschutzverordnung zum 1.7.2005, BWE-Hintergrundpapier, 6/2005.
_ Baugesetzbuch (BauGB)
_ Bundesemissionsschutzgesetz (BimSchG)
_ NRW-Basisinformation Wind 2002, Ministerium für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport des Landes NRW, 2002.



Genehmigung von Windkraftanlagen – kein „Wildwuchs“

Windenergie-Anlagen wachsen nicht willkürlich aus dem Boden. Ihre Genehmigung kann von den Kommunen durch die Ausweisung geeigneter Flächen, so genannter Vorrangflächen, gesteuert werden. Zudem existieren reine Ausschlussgebiete – Naturschutzgebiete oder Gebiete von besonderer kultureller und historischer Wertigkeit – in denen keine Anlagen aufgestellt und betrieben werden dürfen.

Bereits zu Beginn der Planungsphase werden die „Träger öffentlicher Belange“ (Behörden, kommunale Verbände und Vereine) über das Vorhaben informiert. Jedes Projekt durchläuft vor seiner Realisierung ein ordentliches Genehmigungsverfahren, in dem die örtlichen Bedingungen wie Wohnbebauung, Landschaft und Tierwelt untersucht und berücksichtigt werden. Die Einhaltung gesetzlicher Grenzwerte für zum Beispiel Schallemissionen und Schattenwurf sind ebenfalls fester Bestandteil der Prüfung. Gesetzliche Grundlage des Genehmigungsverfahrens ist das Baugesetzbuch beziehungsweise Bundesimmissionsschutzgesetz.

- Akzeptanz S.5
- Bürgerwindpark S.8
- Landschaftsbild S.20
- Schallentwicklung S.32

Globale Verantwortung: Industrienationen in der Pflicht

Zwei Milliarden Menschen sind heute ohne gesicherten Zugang zu Trinkwasser und Elektrizität. Sie haben jetzt und in Zukunft das gleiche Recht auf Nutzung der Ressourcen der Erde. Gleichzeitig steigt der weltweite Energieverbrauch der Industrienationen unaufhörlich. Laut Prognosen der Internationalen Energie Agentur (IEA) wird er sich in den nächsten 30 Jahren noch einmal um 60 Prozent erhöhen (Stand 2001). Die fossilen Rohstoffe Öl, Kohle und Gas sowie Uran, welche heute über drei Viertel des globalen Energiebedarfs decken, werden diesen Energiehunger nicht mehr befriedigen können.

Für die Zukunft drohen Unterversorgung und Verteilungskämpfe um die immer knapper werdenden Ressourcen. Mit dem forcierten Ausbau der erneuerbaren Energien und dem beschlossenen Ausstieg aus der höchst umstrittenen Atomenergie ist Deutschland im Kreis der Industrieländer Vorreiter einer nachhaltigen Energieversorgung. Länder mit stark wachsendem Energiebedarf wie China und Indien werden die hier gemachten Erfahrungen zu nutzen wissen. Folglich leistet der Einsatz regenerativer Energieträger über den Klimaschutz hinaus einen wirkungsvollen Beitrag für den internationalen Frieden und die Verbesserung der Lebensqualität. Die Zukunftsenergien Sonne, Wind, Wasser, Biomasse und Erdwärme sind technisch leicht beherrschbar und erfordern – im Gegensatz zur Atomkraft – weder heute noch in Zukunft eine Missbrauchskontrolle.

- Export S.12
- Internationale Windenergienutzung S.17
- Klimafolgen und Klimaschutz S.18
- Rohstoffreserven S.30



Internet:

- _ www.wbgu.de (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen)
- _ www.iea.org (Internationale Energie Agentur)

Literatur:

- _ Erneuerbare Energien, Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (Hrsg.), Bonn 2004.
- _ Positionen zur Weltkonferenz Renewables 2004, Aktionsbündnis Erneuerbare Energien (Hrsg.), Göttingen 2004.
- _ Besser leben durch Umweltschutz (Broschüre), Umweltbundesamt, Berlin 2002.

Infraschall – das harmlose Schreckgespenst



Literatur:

_ Umwelt- und Naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (onshore) – Analyseteil, Deutscher Naturschutzring (DNR), Lehrte 3/2005.
_ Windenergieanlagen und Immissionsschutz (Materialien Nr. 63), Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), Essen 2002.
_ Infraschall von Windenergieanlagen: Realität oder Mythos? in: DEWI Magazin Nr. 20, Februar 2002.

_ Messung der Infraschall-Abstrahlung einer WEA des Typs Vestas – 1,65 MW, ITAP-Institut für technische und angewandte Physik GmbH, Oldenburg 2000.
_ Infraschallwirkung auf den Menschen, Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes Berlin, Düsseldorf 1982.

Infraschall (Schall mit sehr niedrigen Frequenzen) ist ein weit verbreitetes Phänomen. Neben natürlichen Quellen wie Gewittern, Windströmungen und Meeresbrandung gibt es auch eine Vielzahl technischer Infraschallquellen wie Heizungs- und Klimaanlage, Kompressoren und Verkehrsmittel. Langjährige Untersuchungen in den Achtzigerjahren durch das ehemalige Bundesgesundheitsamt haben gezeigt, dass Infraschall unterhalb der Wahrnehmbarkeitsschwelle, also Schall unter 20 Hz und einem Schalldruckpegel von weniger als 130 dB, für den menschlichen Organismus keinerlei negative Auswirkungen hat. Unabhängigen Messungen zufolge erreicht der von Windenergie-Anlagen erzeugte Infraschall selbst im Nahbereich bei weitem nicht diese Werte und ist somit völlig harmlos.

- Schallentwicklung S.32
- Schattenwurf und Diskoeffekt S.33

Internationale Windenergienutzung – Die Welt setzt auf Windkraft



Aktuelle Aufstellungszahlen:

- _ www.wind-energie.de
- _ www.wwindea.org (Welt-Windenergie-Verband)
- _ www.ewea.org (Europäischer Windenergie-Verband)
- _ www.gtz.de (Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit)

Literatur:

- _ Der globale Ausbau der erneuerbaren Energien – die internationalen institutionellen Rahmenbedingungen, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Berlin 3/2005.
- _ Energiepolitische Rahmenbedingungen für Strommärkte und erneuerbare Energien – 21 Länderanalysen, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (gtz), Eschborn 6/2004.
- _ Erneuerbare Energien International, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung, 5/2004.
- _ Windforce 12 – Wie es zu schaffen ist, bis zum Jahr 2020 12% des weltweiten Elektrizitätsbedarfs durch Windenergie zu decken, Greenpeace/European Wind Energy Association (EWEA), 5/2004.
- _ Windenergy – The Facts, Volume 5 - Market Development, European Wind Energy Association, Brüssel 12/2003.

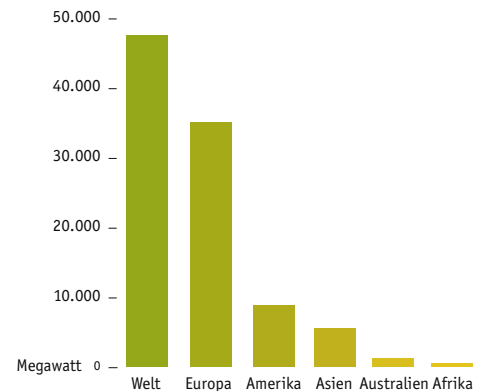
Anfang 2005 wurden in Deutschland annähernd 17.000 Megawatt Windleistung betrieben. Weltweit sind es circa 50.000. Zu den führenden Windenergie-Nationen gehören neben Deutschland die USA, Dänemark, Spanien und Indien. Auch China baut bei der Bewältigung seines riesigen Energiehunger zunehmend auf erneuerbare Energien. Auf der internationalen Konferenz „Renewables 2004“ in Bonn hat sich das Reich der Mitte dazu verpflichtet, bis 2010 rund 60 Gigawatt Kraftwerksleistung aus regenerativen Energien bereitzustellen, bis 2015 soll allein der Anteil der Windenergie auf fünf Prozent der gesamten chinesischen Stromerzeugungskapazität ansteigen.

In einigen Regionen wie Navarra in Spanien oder in Schleswig-Holstein beträgt der Windstromanteil mittlerweile zwischen 30 und 50 Prozent. Im gesamten dänischen Königreich wird nahezu ein Fünftel der Stromproduktion von der Windenergie geleistet.

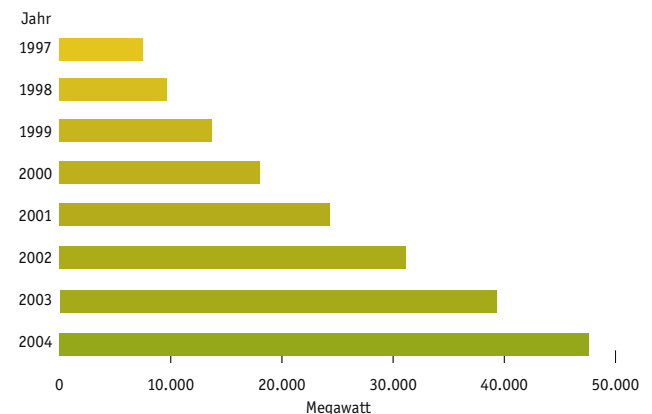
- Export S.12
- Potenzial der erneuerbaren Energien S.24
- Vergütungsmodelle S.43



Weltweit installierte Windenergieleistung nach Kontinenten



Entwicklung der weltweit installierten Windenergieleistung



Quelle: Welt-Windenergie-Verband, WWEA, 2004.

Klimafolgen und Klimaschutz – Rettungsanker Erneuerbare

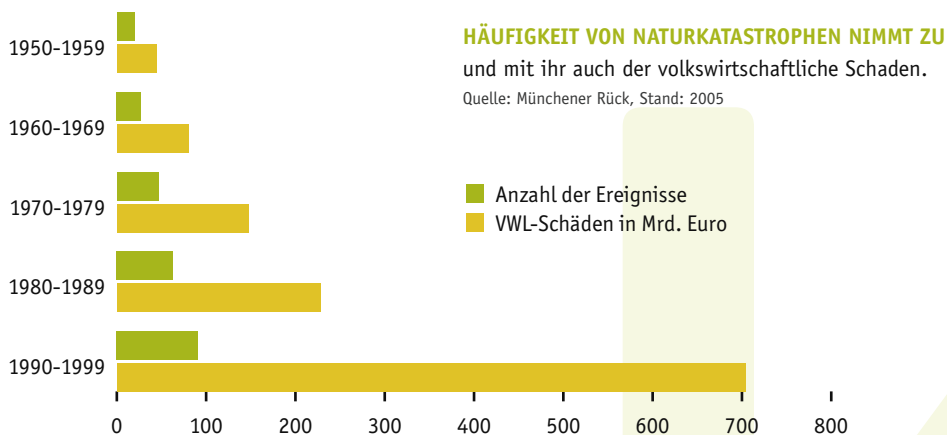


Hitzerekorde, Jahrhundertfluten, Orkane – der globale Klimawandel mit seinen zunehmend extremen Wettersituationen ist längst auch in Deutschland spürbar. In Zukunft werden sich ganze Klima- und Vegetationszonen verschieben und der Meeresspiegel ansteigen. Es drohen Hungerkatastrophen und Überschwemmungen bisher unbekanntes Ausmaßes. Die zerstörerischen Folgen für die Pflanzen- und Tierwelt sind immens, die volkswirtschaftlichen Schäden nicht absehbar.

Zwar ist die Erforschung des Weltklimas, seiner komplexen Zusammenhänge und Bedingungen bei weitem noch nicht abgeschlossen. Heute bezweifelt jedoch kein ernsthafter Wissenschaftler, dass der vom Menschen durch Emission von Industrie-Abgasen forcierter Treibhauseffekt einen entscheidenden Faktor der

heutigen Klimaveränderung darstellt. So hat sich seit Beginn der Industrialisierung die Konzentration des Treibhausgases Kohlendioxid um mehr als ein Viertel erhöht. Im gleichen Zeitraum stieg die mittlere bodennahe Lufttemperatur um circa 0,5° Celsius. Diese könnte laut Szenarien des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) bis 2100 sogar nochmals um bis zu 5,8° Celsius steigen, sofern nicht deutliche Gegenmaßnahmen zur Reduktion der klimarelevanten Emissionen ergriffen werden.

Ein – wenn auch bescheidener – Anfang ist gemacht: 1997 verpflichteten sich die Industrieländer im Kyoto-Protokoll ihren jährlichen Treibhausgasausstoß bis zum Zeitraum 2008 – 2012 um 5,2 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren. Deutschland, das im Jahr 2000 rund 860 Millionen Tonnen Kohlendioxid



Internet:

- _ www.ipcc.ch (Intergovernmental Panel on Climate Change, UNO)
- _ www.munichre.de (Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft)
- _ www.klimaschutz.de (Klima-Bündnis/alianza del clima)
- _ reports.eea.eu.int (European Environmental Agency)
- _ www.conservation.org (Conservation International)
- _ www.klimaschuetzen.de (In-foseite des Umweltbundesamtes)

- _ www.pik-potsdam.de (Potsdam Institut für Klimafolgenforschung)

Literatur:

- _ Weltweiter Klimaschutz – Sofortiges Handeln spart hohe Kosten, DIW-Wochenbericht 12-13/2005, Berlin 2005.
- _ Jahresüberblick Naturkatastrophen 2004, Münchener Rück: TOPICS geo, München 2005.
- _ Umweltpolitik. Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung

- erneuerbarer Energien in Deutschland, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Berlin 2004.
- _ Meeresspiegelanstieg in Bangladesch und den Niederlanden – Ein Phänomen, verschiedene Konsequenzen, Germanwatch, Bonn 2004.
- _ Die ökonomischen Kosten des Klimawandels, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Wochenbericht 42/04.

- _ Erneuerbare Energien (Brotschüre), Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (Hrsg.), Berlin 2004.
- _ Langfristszenarien für eine nachhaltige Energienutzung in Deutschland, Umweltbundesamt (Hrsg.), Bonn 2002.

emittierte und somit für knapp 4 Prozent des weltweiten CO₂-Ausstoßes verantwortlich ist, hat sich darüber hinaus ehrgeizige Ziele gesteckt: eine CO₂-Reduktion um 40 Prozent bis 2020 und um 80 Prozent bis 2050 (bezogen auf 1990).

Neben Investitionen in eine verbesserte Energieeffizienz und Energieeinsparung setzt die Bundesregierung hier vor allem auf den Einsatz erneuerbarer Energien. Sie sollen bis zum Jahr 2050 mindestens 50 Prozent an der gesamten Energieversorgung ausmachen. In 2004 konnten durch die „Erneuerbaren“ bereits 52 Millionen Tonnen CO₂ vermieden werden. Der Anteil der Windenergie lag dabei bei 24,5 Millionen Tonnen CO₂-Vermeidung.

- Energiesparen S.11
- Externe Kosten S.13
- Globale Verantwortung S.15
- Ziele S.47

Klimawandel in Deutschland

Studien belegen, dass eine Veränderung des Klimas auch für Deutschland drastische Folgen für Umwelt und Wirtschaft hat. Die Wetterextreme werden zunehmen. Von nahezu ausgetrockneten Flussbetten zu Jahrhundertfluten. Von der Windstille zum Orkan. Für die deutsche Volkswirtschaft bedeutet der Klimawandel eine große Belastung. Alleine der Sturm „Lothar“ von 1999 verursachte Schäden in Höhe von 11 Mrd. Euro. Die Elbflut von 2002 kostete alleine in Deutschland ca. 9 Mrd. Euro. Zusammen mit den Schäden in den Nachbarländern waren es knapp 20 Mrd. Euro. Die Hitzewelle, die Europa 2003 heimsuchte, verursachte Kosten von 10–17 Mrd. Euro.

Eine Studie des Deutschen Wirtschaftsinstitutes (DIW) prognostiziert einen weiteren Anstieg der Kosten auf 137 Mrd. Dollar jährlich bis 2050. Hinzu kommt ein bisher wenig beachtetes Problem: die Auswirkungen auf unsere Gesundheit. Mittlerweile kann man eine Zunahme von übertragbaren Infektionskrankheiten auch in Deutschland belegen, deren Ursache in der Verschiebung der Klimazonen liegt. Auch kommen vermehrt hitzebedingte Herz-Kreislaufkrankungen vor.





Landschaftsbild – subjektiv empfunden

Internet:

_ vorort.bund.net/suedlicher-oberrhein/projekte/wind/windenergie.htm

Literatur:

_ Mit Erneuerbaren Energien gegen die Klimakatastrophe, in: ECO reporter.de (Magazin 03/2004).

_ Windenergie – Bevölkerungsumfrage in Thüringen, in: Naturschutz und Landschaftsplanung, Zeitschrift für angewandte Ökologie, Heft 8/2002.

_ Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz zu naturschutzverträglichen Windkraftanlagen, Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), Bonn 2000.

Ob Land- oder Forstwirtschaft, industrielle Entwicklung oder Städtebau: Seit jeher haben menschliche Aktivitäten das Landschaftsbild geformt und immer neuen Veränderungen unterworfen. Es ist gar nicht lange her, dass Wasser- und Windmühlen zu unserer Kulturlandschaft gehörten. Noch um 1900 standen allein in Nordwestdeutschland rund 30.000 Windmühlen. Wie die Veränderungen im Landschaftsbild empfunden werden, bestimmt die subjektive Wahrnehmung. Fakt ist jedoch: Nichts hat unsere Umwelt so geprägt wie die Industrialisierung mit ihrem Energiehunger und Mobilitätsbedürfnis. Über 200.000 Strommasten verteilen sich über das gesamte Bundesgebiet; Hochspannungsleitungen und Verkehrswege zerschneiden weiträumig die Landschaft. Allein dem Braunkohletagebau fielen bisher über 1.600 Quadratkilometer Landschaft zum Opfer, ganze Ortschaften wurden umgesiedelt. Der Einfluss der Windturbinen ist dagegen vergleichsweise gering. Dabei wird sich die Anlagenzahl trotz steigender installierter Leistung durch technische Innovationen und Repowering in den nächsten Jahren nicht wesentlich erhöhen. Zudem gibt es in der Regional- und Flächennutzungsplanung ausreichend Instrumente, um den Belangen von Natur- und Landschaftsschutz unter Beteiligung der Bevölkerung Rechnung zu tragen.

- Akzeptanz S.5
- Genehmigung S.14
- Repowering S.29
- Tourismus S.39

Laufzeiten von Windenergie-Anlagen

Windenergie-Anlagen produzieren zwischen 7.000 und 8.000 Stunden Strom im Jahr. Bei 8.760 Jahresstunden entspricht dies einer durchschnittlichen Laufzeit von circa 85 Prozent. Allerdings drehen sich die Rotoren nicht immer mit maximaler Leistung. Die Windstromproduktion beginnt schon bei circa 2,5 m/s Windgeschwindigkeit und wird dank modernster Regeltechnik erst bei starkem Sturm langsam und netzverträglich herabgeregelt. Hiervon zu unterscheiden ist der lediglich statistische Wert der Volllaststunden, der als wesentliche Kalkulationsgrundlage bei Windparkfonds fungiert. Dieser Wert wird im Mittel mit rund 2.000 Stunden pro Jahr an-

gegeben und errechnet sich, indem man die gesamte Stromproduktion einer Anlage im Jahr durch ihre maximale Leistung (Nennleistung) teilt.

Auch bei wenig Wind wird also Strom in das örtliche Netz eingespeist. Überregional heben sich solche Schwankungen wieder auf, so dass in Deutschland zu jeder Zeit stets sauberer Windstrom produziert und verbraucht wird.

- Leistung der Windenergie S.21
- Regelernergie S.26
- Technik S.36

Internet:

- _ www.windinformation.de
(Seite zur Technik der Windenergienutzung)
- _ reisi.iset.uni-kassel.de
(Renewable Energie Information System on Internet)
- _ www.dewi.de (Deutsches Windenergie-Institut)
- _ www.iset.de (Institut für Solare Energieversorgungstechnik)

Literatur:

- _ Windenergiereport Deutschland 2004, Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET), Kassel 2005.



Leistung der Windenergie



Moderne Windturbinen arbeiten mit mäßigen Drehzahlen und dabei äußerst effektiv. Eine einzige 1,5 Megawatt-Anlage produziert je nach Standort zweieinhalb bis fünf Millionen Kilowattstunden Strom im Jahr. Damit kann sie über 1.000 Vier-Personen-Haushalte versorgen oder in 20 Betriebsjahren umgerechnet circa 90.000 Tonnen Braunkohle ersetzen. Die größten Windturbinen haben mittlerweile Nennleistungen von fünf Megawatt. Sie produzieren jährlich bis zu 17 Millionen Kilowattstunden Strom. Somit kann ein kleiner Windpark bereits eine ganze Kleinstadt mit Strom versorgen.

- Energiebilanzen von Windenergie-Anlagen S.10
- Offshore S.23
- Technik S.36

Literatur:

- _ Windenergie 2005, Marktübersicht, BWE-Service GmbH, Osnabrück 2005.
- _ Nutzung der Windenergie, TÜV-Verlag, Karlsruhe 2000.



4m²

4m² Rotorfläche einer Windenergieanlage decken den jährlichen Strombedarf einer vierköpfigen Familie.

Netzausbau



110 kV Erdkabel sind auch im Hochspannungsnetz eine Alternative zu Freileitungen. Das ist das Ergebnis der Studie von Prof. Brakelmann, Energieexperte der Uni Duisburg.

Im Jahr 2004 umfasste das deutsche Stromnetz 1.641.500 Kilometer Leitungen. Davon 75.400 km im Hochspannungsnetz (60-220 kV) und 36.000 km im Höchstspannungsnetz (220-380 kV). Die Integration der Windenergie in das deutsche Versorgungsnetz macht einen Umbau dieses Netzes notwendig. Die dena-Netzstudie geht von zusätzlichen 845 km im Höchstspannungsnetz aus, um die küstennahen Windregionen in das europäische Verbundnetz zu integrieren und den Offshore-Wind in die Verbraucherzentren zu transportieren. Das sind weniger als fünf Prozent der bestehenden 380 kV-Leitungen. Bei diesen Berechnungen noch nicht berücksichtigt ist die Möglichkeit, die Kapazität des bestehenden Stromnetzes zu erhöhen. Durch Messung von Wetterdaten (Temperatur, Windstärke, Sonneneinstrahlung) könnten die Netzbetreiber die Übertragungskapazität der bestehenden Freileitungen um 30 Prozent steigern. Mit einem Monitoring der Leitungstemperatur kann die Kapazität sogar um bis zu 100 Prozent gesteigert werden. Ohne neue Kabel.

Neue Leitungen dienen aber nicht nur der Übertragung von Windstrom sondern auch der Intensivierung des europäischen Stromhandels und sind daher von den Netzbetreibern gewollt. Der Netzausbau erfordert eine jährliche Investitionssumme von 115 Millionen Euro. Bei über zwei Milliarden Euro, die die Betreiber insgesamt pro Jahr in die Stromnetze investieren, ein geringer Betrag. Die neuen Leitungen müssen dabei nicht zwingend als Freileitungen gebaut werden. Eine vergleichende Studie von Prof. Brakelmann zeigt, dass das Erdkabel eine kostengünstige Alternative ist. Auf die Netznutzungsentgelte hat der Leitungsbau nur marginale Auswirkungen. Bis 2015 ergeben sich hierdurch Mehrkosten von weniger als einem Euro pro Jahr und Haushalt.

Die Netzstabilität wird durch den Ausbau der Windenergie nicht gefährdet. Dass auch ein hoher Windstromanteil ins Netz problemlos zu integrieren ist, zeigen die Dänen. Die Windpioniere im Norden haben bereits mehr als 20 Prozent Windenergie und wollen diesen Anteil noch ausbauen.

■ Regelenergie S.26

Internet:

[_ www.vdn-berlin.de/daten_und_fakten.asp](http://www.vdn-berlin.de/daten_und_fakten.asp) (Verband der Netzbetreiber)
[_ www.wind-energie.de](http://www.wind-energie.de) (Themenbereich: Stromnetz)
[_ www.dena.de](http://www.dena.de) (Deutsche Energie-Agentur)

Literatur:

[_ Energiewirtschaftliche Planung für die Netzintegration von Windenergie in Deutschland an Land und Offshore bis zum Jahr 2020 \(dena-Netzstudie\)](#), Dena - Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.), Berlin 2005.
[_ Netzausbau in Deutschland – BMU Themenpapier](#), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Berlin 6/2005.

[_ dena-Netzstudie – BMU-Hintergrundinformationen](#), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin 3/2005.
[_ Erste Bewertung der dena-Netzstudie](#), BWE-Hintergrundpapier, Bundesverband WindEnergie, Berlin 2/2005.
[_ Netzverstärkungs-Trassen zur Übertragung von Windenergie: Freileitung oder Kabel?](#) Heinrich Brakelmann, Rheinberg 2004.

[_ Erdkabel schlägt Freileitung](#), BWE-Hintergrundpapier, Berlin 10/2004.
[_ Basisdaten zum Stromnetz in Deutschland](#), Verband der Netzbetreiber (VDN), Berlin 2004.
[_ Preise und Bedingungen der Nutzung von Stromnetzen in ausgewählten europäischen Ländern](#), Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, Aachen 12/2002.



Offshore – ein neues Zeitalter

Die Zukunft der Windenergie-Nutzung liegt auch auf dem Meer. Hier wehen die Winde stärker und stetiger, liegt die Energieausbeute schätzungsweise um 40 Prozent höher als an Land. Deshalb können so genannte Offshore-Windparks in den kommenden Jahren einen erheblichen Beitrag zur Energieversorgung leisten. Nach Schätzungen der European Wind Energy Association (EWEA) werden in Europa noch in diesem Jahrzehnt 10.000 Megawatt Offshore-Leistung installiert, bis 2020 sollen es dann 70.000 MW sein. Bereits heute drehen sich vor den Küsten Dänemarks, Schwedens, Großbritanniens und Irlands die Rotoren von über 300 Anlagen mit zusammen 600 MW. Und auch in Deutschland ist der Startschuss gefallen: 41 Projekte sind in Nord- und Ostsee beantragt – doch genehmigt sind bisher nur wenige, realisiert einzig eine 4,5 MW-Anlage in Emden. Der deutsche Rückstand in Sachen Offshore erklärt sich durch ein aufwändiges Genehmigungsverfahren und hohe Umweltauflagen. Um Auswirkungen auf das Landschaftsbild auszuschließen, werden die Offshore-Windparks im Gegensatz zu skandinavischen und britischen Pro-

jekten – weit vor der Küste in bis zu 40 Meter tiefem Wasser errichtet. Die technischen Anforderungen (Turmbau, Kabellegung, Wartung) sind hierbei um ein Vielfaches höher als beim Bau von Anlagen direkt vor der Küste. Den unterschiedlichen Bedingungen wird deshalb im EEG mit einer differenzierten Vergütung nach Entfernung von der Küste und jeweiliger Wassertiefe begegnet.

Trotz dieser Hindernisse lohnt sich der umweltverträgliche Ausbau der Windenergie auf See nicht nur ökologisch sondern auch ökonomisch. So werden bei Herstellern und Zulieferfirmen etwa 10.000 neue Arbeitsplätze entstehen, fließen Investitionen von mehreren Milliarden Euro in die Küstenregionen. 20.000 bis 25.000 MW „offshore“ bis zum Jahr 2030 ist das erklärte Ziel der Bundesregierung.

- Regionale Wirtschaftsimpulse S.27
- Arbeitsplätze S.7
- Wild- und Nutztiere S.45
- Vogelschutz S.44



Internet:

- _ www.offshore-wind.de
(Deutsche Energie-Agentur)
- _ www.erneuerbare-energien.de
(Informationsseite Bundesumweltministerium)
- _ www.iset.de (Institut für solare Energieversorgungstechnik)
- _ www.ofw-online.de
(Offshore Forum Windenergie)
- _ www.bsh.de (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie)

Literatur:

- _ Operation Offshore, in: neue energie, Heft 12/2004.
- _ Integration großer Offshore-Leistungen in die elektrische Energieversorgung, Institut für Solare Energieversorgungstechnik, Kassel 2004.
- _ Windenergienutzung auf See. Positionspapier des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zur Windenergienutzung im Offshore-Bereich, Berlin 2001.
- _ Untersuchung der wirtschaftlichen und energiewirtschaftlichen Effekte von Bau und Betrieb von Offshore-Windparks in der Nordsee auf das Land Niedersachsen, Niedersächsische Energie-Agentur GmbH (Hrsg.), Hannover 2001.

Potenzial der erneuerbaren Energien – Formel 100



Das physikalische Potenzial erneuerbarer Energien ist unerschöpflich. Allein die Sonneneinstrahlung auf die Erde würde ausreichen, den Energiebedarf der Menschen über 10.000 Mal zu decken. Technisch nutzbar gemacht, würden die aus Sonne, Wind, Wasser, Biomasse und Erdwärme resultierenden Energiemengen den aktuellen Verbrauch um ein Mehrfaches übertreffen. Eine Studie der Stanford University zeigt, dass schon das weltweite Windpotenzial für sich den gesamten globalen Energieverbrauch weit übersteigt. Praktisch gesehen könnte bis zum Jahr 2050 mehr als die Hälfte des Energiebedarfs aus regenerativen Quellen gedeckt werden. Windenergie trägt seit Jahren ihren Teil zur Energiewende bei. In Deutschland sind es mittlerweile fünfeinhalb Prozent des Nettostromverbrauchs. Dieser Anteil könnte in den nächsten Jahrzehnten durch schonenden Ausbau onshore und offshore auf über 25 Prozent anwachsen. Eine 100-prozentige Versorgung durch regenerative Energien ist längst keine Utopie mehr.

- Globale Verantwortung S.15
- Internationale Windenergienutzung S.17
- Rohstoffreserven S.30

Internet:

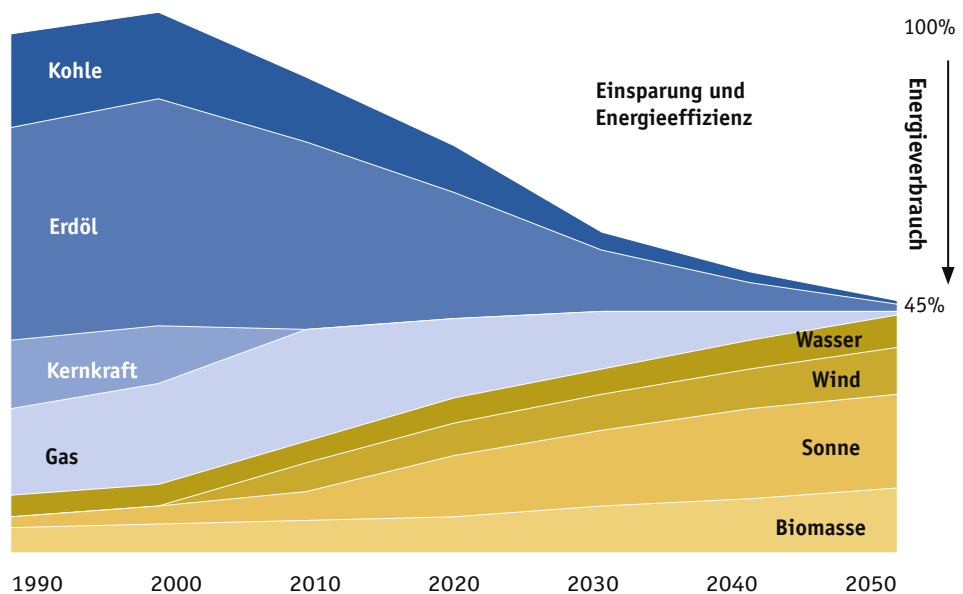
_ www.stanford.edu/group/efmh/winds (Studie zum Weltwindpotenzial)

Literatur:

_ Energieautonomie, Hermann Scheer, Berlin, Mai 2005.
 _ Solarenergie für Deutschland – Daten, Fakten, Argumente, Unternehmensvereinigung Solarwirtschaft (UVS), Berlin 5/2005.
 _ Evaluation of Global Wind Power, Department of Civil and Environmental Engineering, Stanford University, Stanford 4/2005.

_ Umweltpolitik. Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Berlin 2004.
 _ Die Sonne schickt uns keine Rechnung. Neue Energie – Neue Arbeitsplätze, Franz Alt, München 2004.

_ Erneuerbare Energien. Innovationen für die Zukunft (Broschüre), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Berlin 2004.
 _ Scenarios to 2050 – Energy Needs, Choices and Possibilities, Shell International, 2001.



Energieszenario 2050 – Deckung des Primärenergieverbrauchs

Quelle: H. Lehmann Wuppertaler Institut für Klima, Umwelt und Energie



Literatur:

_ Mühlenabbau – für ein 2. Leben oder die Entsorgung? In: Erneuerbare Energien, Heft 6/2004.

_ Perspektiven eines Recycling von Windkraftanlagen, in: DEWI Magazin, August 1995.

Recycling

Eine Windkraftanlage mit Getriebe und Stahlrohrturm besteht inklusive Fundament zu 60 Masseprozent aus Stahlbeton und zu 30 Prozent aus Stahl. Einen weiteren nennenswerten Anteil macht mit zwei Prozent glasfaserverstärkter Kunststoff aus. Alle weiteren Materialien haben jeweils weniger als ein Masseprozent (Kupfer, Aluminium, Elektroteile, Betriebsflüssigkeiten).

Die Rotorblätter (glasfaserverstärkte Kunststoffe) werden geschreddert oder zermahlen. Sie können hiernach als Beimengung bei der Neuherstellung von Rotorblättern eingesetzt oder auch als Füllstoff in bestimmten Kunststoffen verwandt werden. Ist die stoffliche Verwertung auf Grund zu langer Transportwege unwirtschaftlich, werden sie einer thermischen Verwendung zum Beispiel in Verbrennungsanlagen oder Zementfabriken zugeführt.

Der Beton des Fundamentes und gegebenenfalls des Turmes kann als Zuschlagstoff im Straßenbau Verwendung finden. Elektroschrott kann in Scheideanstalten stofflich verwertet und die metallischen Komponenten in Gießereien eingeschmolzen werden.

Gerade diese Bestandteile aus dem Maschinenhaus (Aluminium/Blech), der Rotornabe (Stahl/Gusseisen) und dem Generator (Stahl/Kupfer) sind von Wert und das Recycling deshalb wirtschaftlich sinnvoll.

Moderne Windenergie-Anlagen lassen sich zu annähernd 100 Prozent verwerten.

Regelenergie



Der Wind ist launischer Natur und passt nicht immer zum Energiebedarf der Verbraucher. Eine Flaute muss mit Energie aus anderen Kraftwerken oder anderen Regionen ausgeglichen werden. Doch nicht nur Windenergie bedarf der Vorhaltung von Reserve- und Regelenergie. Schwankungen in Stromangebot und Nachfrage treten bei allen Energieformen auf. Dennoch wird gerade der „unsteten“ Windenergie ein erhöhter Regelenergiebedarf vorgeworfen, der die Stromgewinnung aus Wind unwirtschaftlich mache. Die Fakten sehen jedoch anders aus: Nach Angaben des Verbandes der Netzbetreiber (VDN) sank der bundesweite Regelenergiebedarf trotz erfolgreichen Ausbaus der Windenergie in den Jahren 2002 bis 2004 um zwölf Prozent. Weiterhin ist die Stromerzeugung aus Wind inzwischen sehr gut prognostizierbar. Bereits heute kann die zu erwartende Windleistung 48 bis 72 Stunden vorher mit einer Abweichung von durchschnittlich sieben Prozent vorhergesagt werden. Nur für den nicht sicher prognostizierbaren Anteil muss Regelenergie bereitgehalten werden. In den nächsten Jahren wird der Regelenergiebedarf durch verbesserte Prognosemöglichkeiten und innovative Anlagen- und Speichertechnik weiter sinken. Zudem ist eine Optimierung des deutschen Strommarktes mit seiner Aufteilung in vier Regelzonen – ein Sonderfall in Europa – längst überfällig. Die Bildung einer einzigen Regelzone würde den Bedarf an Regelenergie auf Grund von Lastschwankungen erheblich verringern. Wo heute noch in einer Zone ein Überangebot an eingespeister Energie herabgeregelt werden muss während in einer anderen Zone bei zu wenig Stromangebot Ersatzkraftwerke hochgefahren werden, lassen sich bei einer Gesamtzone diese Schwankungen intern ausgleichen. Schließlich können in Zukunft zum Ausgleich einer schwankenden Stromeinspeisung auch regenerative Energien eingesetzt werden.

■ Netzausbau S.22

Internet:

- _ www.vdn-berlin.de (Verband der Netzbetreiber)
- _ www.weser-modell.de
- _ www.iset.de (Institut für Solare Energieversorgungstechnik)
- _ www.wind-energie.de (Themenbereich: Stromnetz)
- _ www.bine.info (BINE Fachinformationsdienst Karlsruhe)

Literatur:

- _ Regel- und Ausgleichsenergie – Mythen und Fakten, Bundesverband Neuer Energieanbieter, Berlin 2/2005.
- _ Online-Erfassung und Prognose der Windenergieeinspeisung, Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET), Kassel 2005.
- _ Regelenergie und Windkraft, BWE-Hintergrundpapier, Bundesverband WindEnergie, Berlin 2005.
- _ Energiewirtschaftliche Planung für die Netzintegration von Windenergie in Deutschland an Land und Offshore bis zum Jahr 2020 (dena-Netzstudie), Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.), Berlin 2005.

- _ Windprognoseverfahren: Konzeption, Technik und praktische Erfahrungen, ISET, Kassel 2004.
- _ Leistungsprognose für Windenergieanlagen, BINE Informationsdienst (projektinfo 14/03), Karlsruhe 2004.
- _ Modellanalyse zur Optimierung der Stromerzeugung bei hoher Einspeisung von Windenergie, Dr. Marcel Krämer, Bremen 2003.
- _ Kosten der Beschaffung und Abrechnung von Regel- und Ausgleichsenergie mit Blick auf die kartellrechtliche Angemessenheit der Netznutzungsentgelte der RWE Net AG, Berlin 3/2003.
- _ Entwicklung eines Rechenmodells zur Windleistungsprognose für das Gebiet des Deutschen Verbundnetzes, Institut für Solare Energieversorgungstechnik, Kassel 2002.

Regionale Wirtschaftsimpulse – Gemeinden setzen auf die „Grüne Karte“



Gemeinden werden zu regenerativen Regionen, Landwirte zu Energiewirten, vielerorts entstehen Bürgerwindparks, der Tourismus wird durch Besichtigungstouren zu Wasserkraftwerken, Biogas- und Windenergie-Anlagen attraktiver. Kommunen und Bürger profitieren direkt vor Ort von der Nutzung der erneuerbaren Energien.

Zum Beispiel in den Landkreisen Cuxhaven und Stade: Hier flossen einer Studie des Forschungsinstitutes ForWind zufolge in den letzten zehn Jahren Investitionen in Höhe von 600 Millionen Euro in Windprojekte. Allein aus Pachteinnahmen und Betriebsausgaben verbleiben jährlich rund 30 Millionen Euro in den beiden Landkreisen. An der Nordseeküste entstand durch die Nutzung der Windenergie eine Branche, deren Wirtschaftskraft heute an den Tourismus und die Landwirtschaft heranreicht.

Die Windkraft-Zulieferunternehmen des Industrie- und Handelskammerbezirkes Ostfriesland und Papenburg profitierten seit Jahren von den Aufträgen der Firma Enercon (Aurich). In 2003 entsprachen die Aufträge des deutschen Marktführers alleine für die Unternehmen der Region laut IHK Emden einem Umsatzvolumen von 118 Millionen Euro.

Beim Bau und Betrieb von Windparks werden Arbeitsplätze geschaffen, gehen Aufträge für Wegebau, Fundamente oder Service-Dienstleistungen an lokal ansässige Firmen. Landwirtschaftliche Betriebe verschaffen sich ein weiteres wirtschaftliches Standbein und Gewerbesteuern fließen in die kommunalen Kassen. Nicht nur ökologisch sondern auch ökonomisch rechnet sich also das Ausspielen der „Grünen Karte“!

- Arbeitsplätze S.7
- Bürgerwindpark S.8
- Tourismus S.39



Internet:

- _ www.regiosolar.de
- (Bundesverband Solarindustrie)
- _ www.wind-energie.de

Literatur:

- _ Mit Gewinn für alle. Schwerpunktthema Regionale Wertschöpfung, in: neue energie 5/2005.
- _ Regionale Wertschöpfung durch Windenergienutzung. Eine Untersuchung in den Landkreisen Cuxhaven und Stade, ForWind, Zentrum für Windenergieforschung, Oldenburg 2004.
- _ Erneuerbare Energien für die Kommunen – Handlungsbedarf, Chancen und Good-Practise-Beispiele, DNR, Berlin 5/2004.

- _Morbach sorgt für gutes Klima, in: Der Gemeinderat, April 2003.
- _ Positionspapier zur Windkraftbranche in Nordfriesland, Wirtschaftsförderungsgesellschaft Nordfriesland mbH, Husum 2002.
- _ Untersuchung der wirtschaftlichen und energiewirtschaftlichen Effekte von Bau und Betrieb von Offshore-Windparks in der Nordsee auf das Land Niedersachsen, DEWI/Niedersächsische Energie-Agentur, Hannover 6/2001.
- _ RegionRegenerativ Melle – Energie aus der Heimat, in: Tarmstedter Forum. Erneuerbare Energien in der Landwirtschaft, Tarmstedt 2001.

BÜRGERMEISTER ZUR NUTZUNG DER WINDENERGIE IN IHREN GEMEINDEN:

„Die etwa 14.000 Windkraft-Anlagen, die heute bundesweit Ökostrom erzeugen, sind für viele unserer Gemeinden – aber auch darüber hinaus – wichtige Stützpfiler der regionalen Wirtschaft geworden. Die Windkraft schafft hier neue Arbeitsplätze, stärkt die Kaufkraft vor Ort, sorgt für zusätzliche Gewerbesteuereinnahmen und bringt den lokalen Flächenbesitzern stattliche Pachteinnahmen. Die Nutzung der Windenergie bedeutet für unsere landwirtschaftlichen Betriebe oft ein weiteres wirtschaftliches Standbein – und damit eine positive Zukunftsperspektive.“
Auszug aus einem Appell an die Abgeordneten des deutschen Bundestages, 2004





Repowering – schonender Ausbau

Internet:

_ www.wind-energie.de (Animation eines Repowering-Projektes)

Literatur:

_ Einschränkungen für das Repowering unter Berücksichtigung der genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen, Technische Universität Berlin im Auftrag des BWE, Berlin 5/2005.
 _ Potenzialanalyse „Repowering in Deutschland“, Deutsche WindGuard, 2/2005.

_ Repowering, es lohnt sich! in: Windenergie 2004. Marktübersicht, BWE-Service GmbH, Osnabrück 2004.

_ Repowering bei Windenergieanlagen (Tagungsband), BWE-Service GmbH (Hrsg.), Berlin 2003.

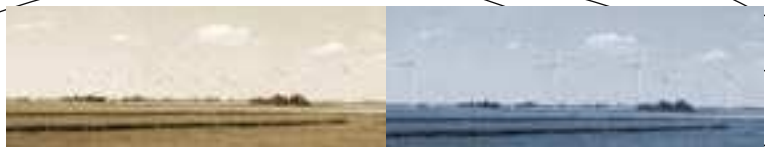
_ Windenergie: Repowering auf bewährten Standorten ist attraktiv für Hersteller und Energiewirtschaft, in: VDI nachrichten, 26.4.2002.

_ Repowering – weniger ist mehr. BWE-Hintergrundpapier, Bundesverband WindEnergie, Berlin 8/2005

Repowering meint den Ersatz von älteren Windenergie-Anlagen der ersten Generation durch neue, leistungsstärkere Maschinen. Ziel ist eine bessere Ausnutzung der verfügbaren Standorte, die Erhöhung der installierten Leistung bei gleichzeitiger Reduktion der Anzahl der Anlagen. Das Ministerium für Finanzen und Energie in Schleswig-Holstein hat dies auf die griffige Formel gebracht: Halbierung der Anlagenzahl bei Verdoppelung der Windkraftleistung – bezogen auf die gleiche Fläche.

Weniger, ruhiger und leiser laufende Anlagen bedeuten eine Entlastung der Umwelt. Zudem können landschaftsplanerische Fehler aus der Gründerzeit beseitigt werden.

- Export S.12
- Landschaftsbild S.20



Vorher-Nachher-Beispiel	Vorher	Nachher
Anzahl der Windenergie-Anlagen	13	5
Nabenhöhe	65 Meter	125 Meter
Nennleistung der einzelnen Anlagen	600 Kilowatt	4.500 Kilowatt
Installierte Gesamtleistung	7,8 Megawatt	22,5 Megawatt
Jahresenergieertrag	23,53 Millionen kW/h	84,42 Millionen kW/h

Rohstoffreserven – es wird knapp!



Fossile und atomare Vorkommen sind prinzipiell endlich. Die weltweiten Vorräte an Öl, Gas und Uran sind in einigen Jahrzehnten erschöpft, und auch die Kohlevorräte sind begrenzt. Da gleichzeitig der Energiehunger der Weltbevölkerung stetig steigt, wird es in naher Zukunft zu einer drastischen Verknappung der Energieressourcen kommen. Die Folgen spüren wir schon heute: steigende Preise, Wirtschaftskrisen, blutige Verteilungskämpfe.

Darüber hinaus zeichnet sich ab, dass das Ökosystem Erde die Belastungen, die von der Verbrennung fossiler Energieträger ausgehen, nicht mehr lange verkraften wird. Hinzu kommt die ungesicherte Entsorgung des Atommülls – eine Gefährdung unserer Gesundheit und die unserer Nachkommen auf nicht absehbare Zeit. Die erneuerbaren Energien dagegen sind unerschöpflich und bereits hier und heute verfügbar. Dennoch braucht eine grundlegende Umstellung der Energieversorgung Zeit. Engagierte Ausbauziele in überschaubaren Zeitintervallen helfen, die Energiewende einzuleiten.

Internet:

_ www.bmwi.de
(Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit)
_ www.bgr.de
(Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe BGR)
_ www.fnr.de
(Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.)

Literatur:

_ Endliche Rohstoffe, BWE-Hintergrundpapier, Berlin 7/2005.
_ Sicherheit bei der Rohstoffversorgung - eine politische Herausforderung?!, Dr. Felix Chr. Matthes, Dr. Hans-Joachim Ziesing, Berlin 2/2005.
_ Energiedaten 2004, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.), Berlin 2004.

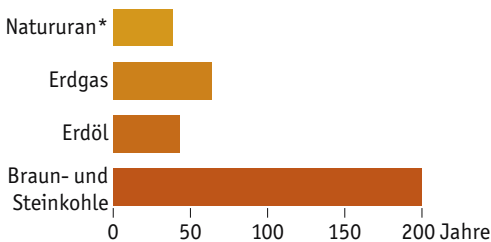
_ Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.), Berlin 1999.
_ Blut für Öl – Der Kampf um die Ressourcen, Hans Kronberger, Wien 1998.
_ Schutz der Erdatmosphäre, Enquetekommission des Deutschen Bundestages, Bonn 1994.

- Energiesparen S.11
- Klimafolgen und Klimaschutz S.18

REICHWEITE DER FOSSILEN ROHSTOFFE

Werden die Vorräte knapp, gehen die Preise nach oben. Die Energiepreise werden daher in den nächsten Jahren spürbar anziehen.

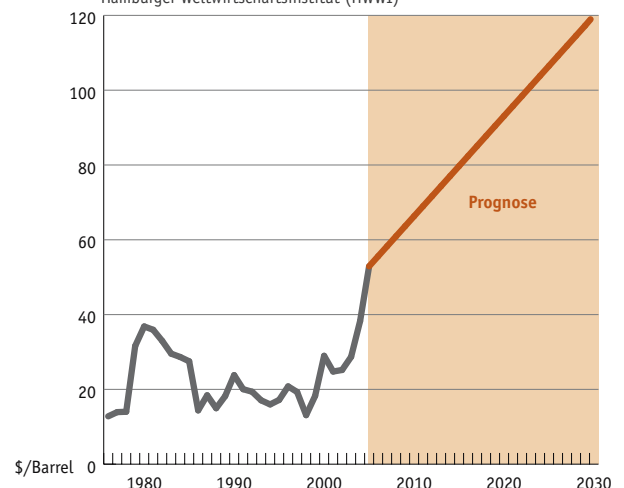
Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe



TEURES ÖL

Ölpreis in \$ je Barrel (159 l)

Quelle: Mineralölwirtschaftsverband (MWW), Hamburger Weltwirtschaftsinstitut (HWWI)





Rückbau von Windenergie-Anlagen

Literatur:

_ Rückbaugutachten für eine Windkraftanlage Nordex N-80 mit Rohrturm 80m, Energie- und Umweltpark Thüringen, Lange- wiesen 2001.

_ Rückbaukosten von Windenergieanlagen, in: DEWEK 2000 – Tagungsband, Berlin 2000.

Windenergie-Anlagen haben eine prognostizierte Lebensdauer zwischen 20 und 30 Jahren. Ihrem Bau und der Inbetriebnahme geht ein mehrstufiges Genehmigungsverfahren voraus, das gemäß Baugesetzbuch auch die Verpflichtung beinhaltet, die Anlagen nach Betriebsende vollständig zurückzubauen und den Standort wieder in den ursprünglichen Zustand zu versetzen. Als Sicherheitsleistung stellt der Betreiber hierfür eine sogenannte Rückbaubürgschaft gegenüber dem Grundstückseigentümer in Form einer Bankbürgschaft oder durch hinreichende Rücklagen zur Verfügung. Keinesfalls bleiben nach endgültiger Stilllegung der WEA Bauruinen und eine zerstörte Landschaft zurück.

- Genehmigung S.14
- Landschaftsbild S.20
- Recycling S.25

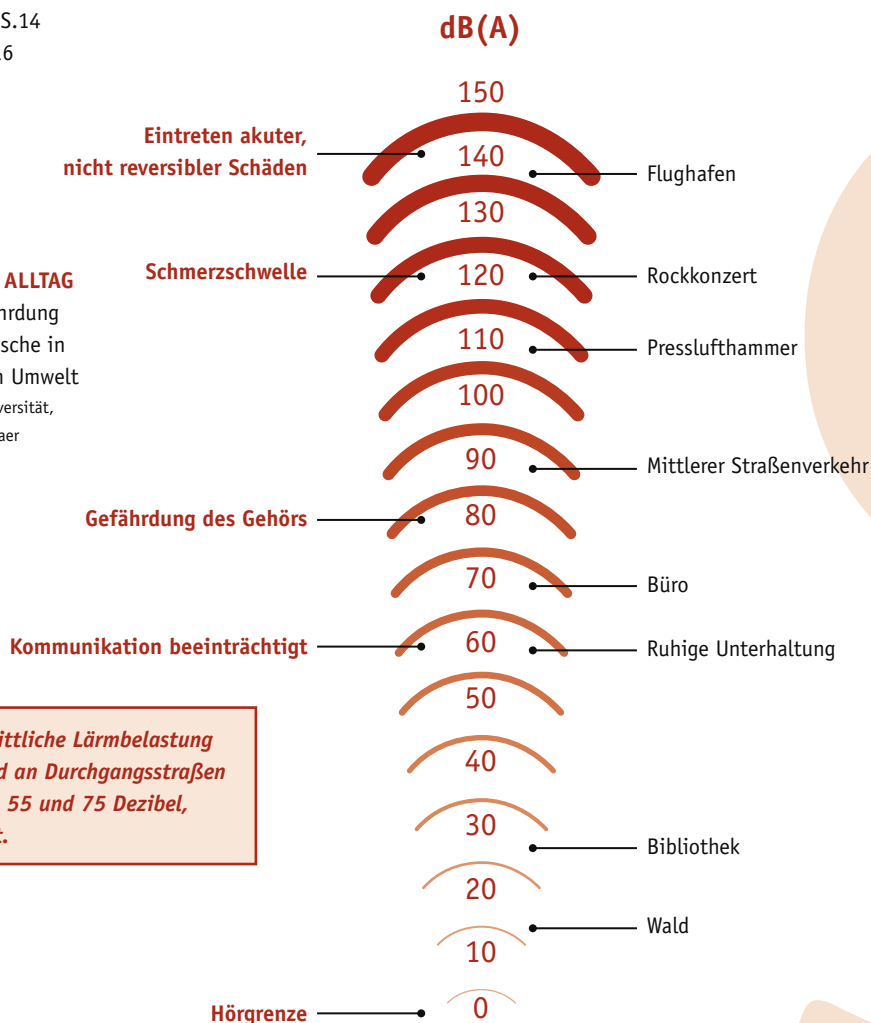
Schallentwicklung

Beim Bau von Windenergie-Anlagen müssen umfassende baurechtliche Vorschriften eingehalten werden. So werden bereits in der Planungsphase die zu erwartenden Schallemissionen überprüft. Grundlage hierfür ist die „Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm“ (TA-Lärm), in der jeweils konkrete Vorgaben für Geräuschpegel festgelegt sind, die in Wohn-, Misch- oder Gewerbegebieten nicht überschritten werden dürfen. Diese Grenzwerte liegen zwischen 35 dB (Wohngebiet) und 45 dB (Mischgebiet). Nach ihnen richtet sich der Abstand zur nächsten Wohnbebauung. Für eine Baugenehmigung ist die Einhaltung dieser Werte durch ein Gutachten nachzuweisen.

Grundsätzlich produzieren moderne Windturbinen weit weniger Lärm als ihre Vorgänger aus der Pionierzeit der Windenergie; sie sind besser schallgedämmt und besitzen schalltechnisch optimierte Rotorblattformen. In wenigen hundert Metern Entfernung sind sie akustisch kaum noch wahrzunehmen. Zudem überlagern Umgebungsgeräusche – rauschende Bäume und Büsche, Straßenlärm und andere Alltagsgeräusche – die Geräuschentwicklung von Windenergie-Anlagen erheblich.

- Genehmigung S.14
- Infraschall S.16
- Technik S.36

LÄRM, MENSCH, ALLTAG
Gesundheitsgefährdung und Alltagsgeräusche in unserer täglichen Umwelt
Quelle: Bergische Universität, Wuppertal; Brüel & Kjaer



Die durchschnittliche Lärmbelastung in Städten und an Durchgangsstraßen liegt zwischen 55 und 75 Dezibel, Tag und Nacht.



Internet:
 _ www.dewi.de
 _ www.lua.nrw.de
 (Landesumweltamt des Landes Nordrhein-Westfalen)

Literatur:
 _ Umwelt- und Naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (onshore) – Analyseteil, Deutscher Naturschutzring (DNR), Lehrte 3/2005.
 _ Windenergieanlagen und Immissionsschutz (Materialien Nr. 63), Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), Essen 2002.

_ Gesetz zur Umsetzung der UVP-Änderungsrichtlinie, der IVU-Richtlinie und weiterer EG-Richtlinien zum Umweltschutz, BGBl. I, Nr. 40 vom 2.8.2001.
 _ Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998, GMBI 1998, S. 503-515.
 _ Technische Richtlinien zur Bestimmung der Leistungskurve, des Schallleistungspegels und der elektrischen Eigenschaften von Windenergie-Anlagen, Fördergesellschaft Windenergie (Hrsg.), Brunsbüttel 1998.

Schattenwurf und Diskoeffekt

Abhängig von Wetterbedingungen, Windrichtung, Sonnenstand und Betrieb kann eine Windkraftanlage mit ihren rotierenden Flügeln einen bewegten Schlagschatten werfen. Bei den Berechnungen des Schattenwurfs wird unterschieden zwischen der theoretisch maximal möglichen Einwirkzeit, wobei stets Sonnenschein, eine ungünstige Windrichtung und ein drehender Rotor vorausgesetzt werden, und der realen Einwirkzeit unter örtlich normalen Wetterbedingungen. Die Schattenwurfdauer sollte einen Richtwert von maximal 30 Minuten täglich bei 30 Stunden im Jahr nicht überschreiten. In Grenzfällen ist im Genehmigungsverfahren durch Gutachten nachzuweisen, dass keine unzulässigen Schattenbelästigungen auftreten oder die Windkraftanlage durch eine Abschaltautomatik angehalten werden kann.

Im Gegensatz zum Schattenwurf spielt der so genannte „Diskoeffekt“ – Lichtreflexe an den Rotorblättern – heute keine Rolle mehr, denn schon lange werden auf die Rotorflächen matte, nichtreflektierende Farben aufgetragen.

Internet:

- _ www.dewi.de
- _ www.windpower.org
- _ www.windtest-nrw.de
(Windtest Grevenbroich GmbH)

Literatur:

- _ Umwelt- und Naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (onshore) – Analyseteil, Deutscher Naturschutzring (DNR), Lehrte 3/2005.
- _ Einflüsse der Lufttrübung, der Sonnenausdehnung und der Flügelform auf den Schattenwurf von Windenergieanlagen. Forschungsbericht zur Umwelttechnik, hrsg. v. Fachhochschule Kiel, Hans-Dieter Freund, Kiel 2002.



_ Schattenwurf von Windenergie-Anlagen: Wird die Geräuschabstrahlung der MW-Anlagen in den Schatten gestellt? Tjado Osten u.a. in: DEWI-Magazin Nr. 13, August 1998.

Sicherheit von Windkraftanlagen

Windenergieanlagen sind technische Bauwerke. Sie unterliegen ebenso den Vorschriften für den Bau und einen sicheren Betrieb wie andere technische Bauwerke. Und auch das Unfallrisiko kann nicht kategorisch ausgeschlossen werden. Störanfälle betreffen jedoch nur die nähere Umgebung der Anlage. Hauptrisiko bei dem Betrieb einer modernen Windmühle ist der Umsturz der gesamten Anlage bzw. das Abreißen von Anlagenteilen (insbesondere Rotorblätter). Derartige Schäden treten statistisch betrachtet bei einer Anlage alle 200 bis 500 Betriebsjahre auf. Und auch nur dann besteht ein unmittelbares Risiko für den Menschen, wenn dieser zur selben Zeit unter der Anlage steht. Das Abbrennen der WKA durch Blitzschlag ist bei neueren Maschinen durch Blitz- und Überspannungsschutz so gut wie ausgeschlossen. Ein besonderes Problem beim Betrieb von WKA in Kälteregeonen und im Winter ist die Vereisung der Rotorblätter. Sie führt nicht nur zu einer Minderung der Leistung, sondern bringt auch die Gefahr des Eisabwurfes mit sich. Spezielle Eissensoren und eine Rotorblattheizung können hier Abhilfe schaffen. Schließlich sorgt eine automatische, computergesteuerte Betriebsführung für die stetige Überwachung aller Betriebsparameter. Störungen im Betrieb der Anlage werden so schnell festgestellt und behoben.

Literatur:

- _ Eiszeit am Standort, H. Seifert, DEWI Magazin, 2/2005.
- _ Gesamtüberblick über den technologischen Entwicklungsstand und das technische Gefährdungspotenzial, Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft (GDV), 3/2003.
- _ Rotorblätter eiskalt erwischt, H.Seifert, DEWI Magazin, 2/1996.



Strompreise

Internet:

- _ www.greenpeace-energy.de/content/angebot/preise.php4
- _ www.erneuerbare-energien.de

Literatur:

- _ Netzausbau in Deutschland – BMU Themenpapier, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Berlin 6/2005.
- _ Energiebericht IV - Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030, Prognos/EWI, 4/2005.
- _ Strom für die Industrie, BWE-Hintergrundpapier, Bundesverband WindEnergie, Berlin 3/2005.

- _ Zum Strompreis, BWE-Hintergrundpapier, Bundesverband WindEnergie, Berlin 12/2004.
- _ Kleine Anfrage: Umfang und Auswirkungen der aktuellen und künftigen EEG-Härtefallregelung für den Wirtschaftsstandort Deutschland, Antwort der Bundesregierung, Berlin 1/2004.
- _ „Vergoldete Netze“, in: Wirtschaftswoche Nr. 43 vom 14.10.2004, S. 30.
- _ „Die Preise für die Nutzung der Stromnetze sind zu hoch“, in: FAZ vom 7.12.2004, S. 13.
- _ Energieperspektiven nach dem Ölzeitalter, Deutsche Bank Research, 12/2004.

Erneuerbare Energien haben einen wesentlich geringeren Einfluss auf die Strompreise, als häufig behauptet wird. Zu diesem Ergebnis kommen diverse unabhängige Studien. Bei einer durchschnittlichen monatlichen Stromrechnung eines Drei-Personen-Haushaltes von rund 52 Euro beträgt der Kostenanteil aller erneuerbarer Energien lediglich 2,3 Prozent (siehe Grafik). Davon entfallen derzeit 65 Prozent auf Windenergie. Der notwendige Netzausbau wird daran nichts ändern. Durch ihn ergeben sich bis 2015 lediglich Mehrkosten von weniger als einem Euro pro Jahr und Haushalt.

Der Hauptgrund für die gestiegenen Strompreise liegt in den überhöhten Netznutzungskosten. Diese müssen von jedem Wettbewerber bezahlt werden, der die Leitungen für die Durchleitung seines Stroms nutzen will. Seit der Liberalisierung stiegen die Entgelte gewaltig, allein zwischen 2001 und 2005 um bis zu 50 Prozent. Die deutschen Netzentgelte sind auf allen Spannungsebenen mehr als doppelt so hoch wie der EU-Durchschnitt. Dies hat zur Folge, dass neue Stromanbieter nicht konkurrenzfähig sind – Wettbewerb auf dem Strommarkt kann so nicht stattfinden. Beleg für die überhöhten Preise mögen die 18 Mrd. Euro Einnahmen aus Netznutzungsentgelten sein, denen lediglich Investitionen von ca. zwei Mrd. Euro pro Jahr gegenüberstehen.

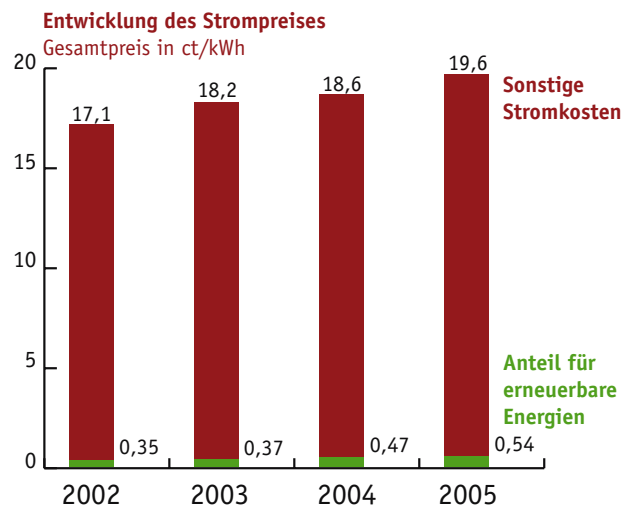
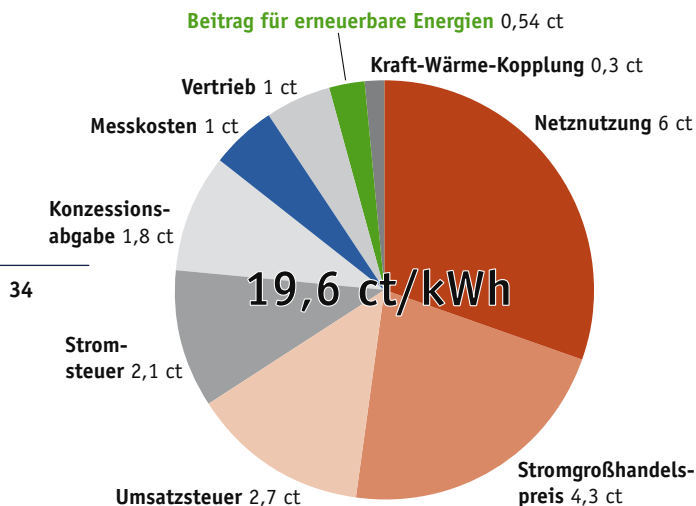
Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der unausweichliche Anstieg der Strompreise in den kommenden Jahren. Die steigenden Kosten fossiler Energien und der notwendige Ersatz eines Großteils der alten abgeschriebenen Kraftwerke werden die Preise nach oben treiben. Ein Ergebnis, zu dem auch die Deutsche Bank Research in ihrer Studie „Energieperspektiven“ kommt.

Die Kosten für eine Kilowattstunde Windstrom sinken dagegen kontinuierlich: von 1991 bis 2003 um 55 Prozent und bis 2010 um weitere 20 Prozent. In 10-15 Jahren wird Strom aus Windenergie nicht teurer sein als Strom aus fossilen Energieträgern. Gerade richtig, um dauerhaft stabile Energiepreise sicherzustellen.

ZUSAMMENSETZUNG DES STROMPREISES

Gesamtpreis: 19,6 Cent pro Kilowattstunde (Durchschnittspreis für Endkunden 2005). Größter Posten sind die Durchleitungskosten (Netznutzungsentgelte). **Allein das Ablesen der Messkosten kostet fast doppelt so viel wie der Beitrag für erneuerbare Energien.**

- Netzausbau S.22
- Wettbewerb S.45





Internet:

[_www.curia.eu.int](http://www.curia.eu.int)
(Europäischer Gerichtshof)

Literatur:

_Windenergie und Subventionen, BWE-Hintergrundpapier, Bundesverband WindEnergie, Berlin 3/2005.
_Fossil Atomenergie, C. Palme, in: die tageszeitung vom 05.07.2004.
_Energy subsidies in the European Union: A brief overview in: EEA Technical report 1/2004.
_Bericht über den Stand der Markteinführung und der Kostenentwicklung von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien (Erfahrungsbericht zum EEG), Die Bundesregierung, Juni 2002.

Subventionen – nicht bei der Windenergie

Bei der im EEG festgeschriebenen Vergütung von Strom aus erneuerbaren Energien handelt es sich nicht um staatliche Subventionen sondern um eine verursachergerechte Umlage von Mehrkosten auf die Energieverbraucher. Dies hat der Europäische Gerichtshof in seinem Urteil vom 13. März 2001 bestätigt. Es werden keine Mittel aus dem Bundeshaushalt eingesetzt, folglich würde eine Reduzierung der Vergütungssätze auch nicht zum Abbau staatlicher Subventionen oder der Steuerbelastung beitragen.

Im Gegensatz hierzu wurde die fossil-atomare Energiewirtschaft in den letzten Jahrzehnten hoch subventioniert. Allein die Atomkraft bekam direkte staatliche Beihilfen in Höhe von über 40 Milliarden Euro für den Bau von Forschungsreaktoren. Auch jetzt erhält die Atomindustrie immer noch Unterstützung in Milliardenhöhe in Form von steuerfreien Rückstellungen und Zuschüssen für die Forschung. Ebenso fließen in den Steinkohlebergbau nach wie vor Milliarden an Steuergeldern.

Einen durchschnittlichen Vier-Personen-Haushalt kostet die EEG-Umlage dagegen nur etwas mehr als einen Euro im Monat – 15 Euro im Jahr für aktiven Umwelt- und Klimaschutz!

■ Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) S.11

■ Wettbewerb S.45



Technik – Hightech made in Germany

Literatur:

– Windenergie 2005. Markt-
übersicht, BWE-Service GmbH,
Osnabrück 2005.
– Die Windindustrie in Deutsch-
land. Daten. Potenziale. Unter-
nehmen, Sunbeam GmbH (Hrsg.),
Berlin 2005.
– Windkraftanlagen. Grundlagen,
Technik, Einsatz, Wirtschaftlich-
keit, 3. Aufl., Erich Hau,
Berlin 2003.

Anfang der Neunzigerjahre standen in Deutschland knapp 800 Windenergie-Anlagen.

Bei Rotordurchmessern von 20 Metern speisten sie mit einer Leistung von durchschnittlich 150 kW bundesweit 0,14 TWh in das Netz ein. Seitdem hat sich die Stromproduktion durch Windenergie mehr als ver Hundertfacht. Heute drehen sich die Rotoren von mehr als 17.000 Anlagen im Wind. Die größten von ihnen ragen rund 150 Meter in den Himmel und verfügen über Nennleistungen von 3 bis 5 MW.

Eine Evolution im Zeitraffertempo, die deutsche Unternehmen zu Marktführern werden ließ.

Die modernen Hightech-Riesen haben einen Turm aus Beton oder Stahl und Maschinenträger aus Gusseisen. Rotorblätter mit einem Durchmesser von 80 bis 120 Metern werden in unternehmenseigenen Forschungsprojekten nach Kriterien wie Aerodynamik, Schallemission und hohe Lebensdauer optimiert.

Wichtigstes Element der Anlagen ist das Antriebssystem; hier findet die Umwandlung des Rotormoments in elektrische Energie statt. Ziel der Entwicklungsin-

genieure ist ein optimaler Wirkungsgrad – bestehende WEAs erreichen bis zu 50 Prozent.

Weitere Innovationen wie Eissensoren am Rotorblatt, Blattspitzenbefeuern, Sturmregelungssoftware und Netzanbindungssysteme sorgen für einen sicheren, störungsfreien Betrieb und optimale Netzintegration. Auch die zustandsorientierte Instandhaltung (Condition Monitoring), die den optimalen Betrieb der Anlage und ihrer Komponenten gewährleistet, gilt als innovative technische Leistung.

Praxiserprobtes Wissen und der Erfahrungsvorsprung von Herstellern, Zulieferern und Planern schaffen Markt Vorteile. Das „Windkraftwunder Deutschland“ wird unter dem Druck der degressiv gestaffelten EEG-Fördermittel seine Innovationsfähigkeit in Zukunft auch verstärkt im wachsenden internationalen Wettbewerb unter Beweis stellen.

■ Export S.12

■ Leistung der Windenergie S.21

Die derzeit größten Windenergie-Anlagen der Welt stehen in Deutschland:



5M – REpower Systems AG
Standort: Brunsbüttel



M5000 – Multibrüd
Entwicklungsges. mbH
Standort: Bremerhaven



E-112 – Enercon GmbH
Standort: Engeln, Emden u.a.

Wie funktioniert ein Windrad?

WINDKRAFTTECHNIK: EINE SAUBERE LEISTUNG

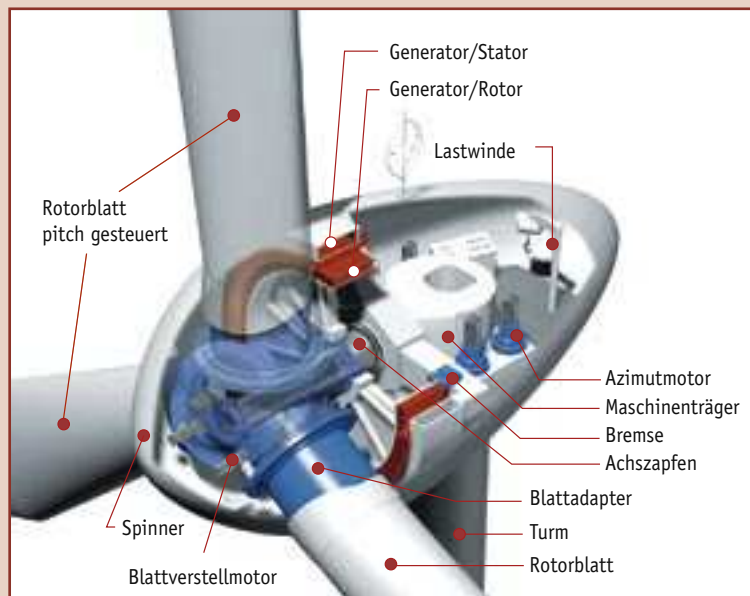
Windenergie-Anlagen sind moderne Kraftwerke. Sie funktionieren nach einem einfachen Prinzip. Die Bewegungsenergie des Windes wird von den Rotorblättern in eine Drehbewegung gewandelt und mittels Generator, ähnlich dem Dynamo-Prinzip, in elektrischen Strom umgeformt.

Physik der Windenergienutzung: Welche nutzbare Leistung steckt im Wind? Eine Windkraft-Anlage kann maximal 59 Prozent der im Wind enthaltenen kinetischen Energie in mechanische Energie umwandeln. Auf Grund von Umwandlungsverlusten erreichen moderne Anlagen heute eine Ausbeute von gut 45 Prozent. Für die Leistung, die dem Wind entzogen werden kann, ist maßgeblich die von den Rotorblättern überstrichene Fläche beziehungsweise spezielle Bauart der Rotorblätter sowie die Windgeschwindigkeit von Bedeutung. Gerade die Windgeschwindigkeit ist für den Ertrag einer Windenergie-Anlage so entscheidend, da sie mit ihrer dritten Potenz einfließt. Das bedeutet: Bei der Verdoppelung der Windgeschwindigkeit verachtfacht sich die Windleistung.

KONTROLLIERTE KRAFT: NENNLEISTUNG UND LEISTUNGS- REGULIERUNG

Mit dem Begriff „1500-kW-Windenergie-Anlage“ wird die maximale Leistung des Generators, seine Nennleistung, gekennzeichnet. Eine Leistung von 1500 Kilowatt entspricht bei einem PKW einer Leistung von 2039 PS. Die Nennleistung erreicht die Anlage bei einer spezifischen Windgeschwindigkeit. Diese Nennwindgeschwindigkeit liegt meist zwischen 11 und 15 m/s (entsprechend 40 – 54 km/h).

Der Betriebsbereich der WEA liegt zwischen der Einschaltwindgeschwindigkeit (2,5-4 m/s) bei der die WEA beginnt, elektrische Leistung in das Netz abzugeben, und der Abschaltwindgeschwindigkeit (25-34 m/s). Geht die Anlage ans Netz, geschieht dies „weich“, d.h. gleitend unter Einsatz von moderner Regelungstechnik. Bläst der Wind zu stark, wird die Leistung herabgeregelt, um eine gleichmäßige Einspeisung zu gewährleisten. Bei modernen Anlagen verhindert eine sanfte Sturmabschaltung, dass die Leistung abrupt aufhört. Auf diese Weise werden Störungen im Übertragungsnetz vermieden.



AUFBAU EINER GONDEL - GETRIEBELOS

Beispiel: Modell Enercon E-66

Technische Daten

Technik

Leistung:	1,8 MW
Nennwindgeschwindigkeit:	12,0 m/s
Einschaltwindgeschwindigkeit:	2,5 m/s
Rotordurchmesser:	70,0 m
Überstrichene Fläche:	3.848 m ²
Drehzahl:	10-22 U/min
Generator:	synchron, Ringgenerator
Getriebe:	ohne

Gewicht

Gondel:	68,8 t
Rotor (incl. Nabe):	31,7 t
Turm (98m, Beton):	861 t
Turm (86m, Stahlrohr):	219 t

Internet:

[_ www.windinformation.de](http://www.windinformation.de)
(Informationsseite zur Technik der Windenergienutzung)

[_ de.wikipedia.org/wiki/Windenergieanlage](http://de.wikipedia.org/wiki/Windenergieanlage) (Onlinelexikon)

[_ www.iset.de](http://www.iset.de) (Institut für Solare Energieversorgungstechnik)

Literatur:

[_ Nutzung der Windenergie](#)
(TÜV Verlag)

LEISTUNGSREGULIERUNG

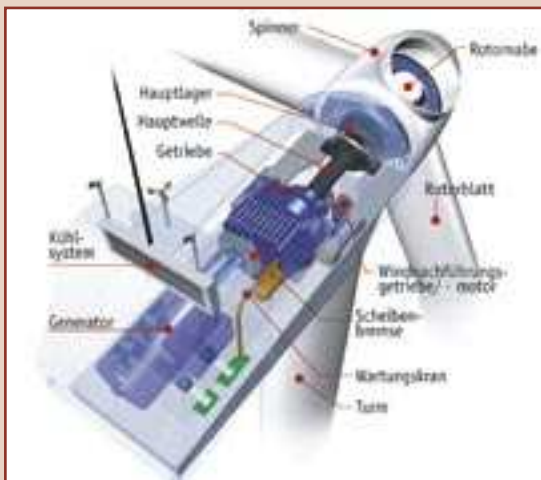
Um Windkraftanlagen vor Überlast zu schützen und eine gleichmäßige Stromabgabe zu gewährleisten, muss bei Windgeschwindigkeiten über der Nennwindgeschwindigkeit ein Teil der Leistung gedrosselt werden. Die beiden folgenden Prinzipien sind die gängigsten zur Leistungsregulierung:

Stall-Regelung (aerodynamischer Abriss): Steigt die Windgeschwindigkeit über ein bestimmtes Maß hinaus, reißt durch die spezielle Flügelform die Luftströmung an der Blattkante des Rotorblattes ab und begrenzt so die Drehzahl. Eine Modifikation stellt die so genannte Aktiv-Stall-Regelung dar, bei der eine Verstellung der Rotorblätter möglich ist.

Pitch-Regelung (Blattwinkelverstellung): Über die Elektronik und Hydraulik kann jeder einzelne Flügel stufenlos verstellt werden. Auf diese Weise wird der Auftrieb verringert, so dass auch bei hohen Windgeschwindigkeiten die Leistungsabgabe des Rotors ab der Nennleistung konstant bleibt.

TECHNIK DER WINDENERGIENUTZUNG: AUFBAU EINER WINDENERGIE-ANLAGE

Turm und Fundament: Um die Standfestigkeit der Windenergie-Anlage zu gewährleisten, wird je nach Festigkeit des Untergrundes eine Pfahl- oder Flachgründung vorgenommen. Die Turmkonstruktion selbst trägt nicht nur die Massen der Maschinengondel und der Rotorblätter, sondern muss auch die enormen statischen Belastungen durch die wechselnden Kräfte des Windes auffangen. Man verwendet in der Regel Rohrkonstruktionen aus Beton oder Stahl. Eine Alternative sind auch Gittertürme.



Rotorblätter: Heute dominiert der dreiflüglige, horizontal gelagerte Rotor. Die Rotorblätter werden hauptsächlich aus glas- beziehungsweise kohlefaserverstärkten Kunststoffen (GFK, CFK) gefertigt. Das Blätterprofil ähnelt dem von Flugzeugtragflächen. Sie nutzen das selbe Auftriebsprinzip: An der Flügelunterseite erzeugt die vorbeiströmende Luft einen Überdruck, an der Oberseite hingegen einen Sog. Diese Kräfte versetzen den Rotor in eine Vorwärts-, sprich Drehbewegung.

Gondel: Die Gondel enthält den gesamten Maschinensatz. Sie ist auf Grund der notwendigen Windrichtungsnachführung drehbar auf dem Turm gelagert. Der Aufbau der Gondel beschreibt die vom Hersteller gewählte Form, die Komponenten des Antriebsstranges (Rotorwelle mit Lagerung, Getriebe und Generator) auf dem Maschinenträger zu positionieren.

Getriebe: Das Getriebe nimmt die Drehzahlanpassung zwischen langsam laufendem Rotor und schnell laufendem Generator vor und läuft, unterschiedlichen Windverhältnissen Rechnung tragend, meistens auf mehreren Stufen. Wird ein speziell entwickelter hochpoliger Ringgenerator mit großem Durchmesser verwendet, kann das Getriebe entfallen.

Generator: Bei leistungsstärkeren Windenergie-Anlagen werden am häufigsten doppelgespeiste Asynchrongeneratoren verwendet. Diese ermöglichen, im Gegensatz zum herkömmlichen Asynchrongenerator, die Betriebsdrehzahl in Grenzen zu variieren. Ein anderes Konzept liegt im Einsatz von Synchrongeneratoren. Eine Netzkopplung von Synchrongeneratoren ist auf Grund des drehzahlstarreren Verhaltens nur über Umrichter möglich. Dem Nachteil der aufwändigen Regelungstechnik stehen Vorteile beim Wirkungsgrad und bei den Netzeigenschaften gegenüber.

AUFBAU EINER GONDEL - MIT GETRIEBE

Beispiel: NEG MICON 52/900

Technische Daten

Technik

Leistung:	900 kW
Nennwindgeschwindigkeit:	16,0 m/s
Einschaltwindgeschwindigkeit:	3,5 m/s
Rotordurchmesser:	52,0 m
Überstrichene Fläche:	2.140 m ²
Drehzahl:	15-22 U/min
Generator:	asynchron
Gewicht	
Gondel:	26,5 t
Rotor (incl. Nabe):	16,5 t

Tourismus – spezielles Winderlebnis



Dass Windenergie-Anlagen wie alle baulichen Maßnahmen einen Eingriff in die Landschaft darstellen, wird niemand ernsthaft bestreiten. Die Behauptung, sie hätten signifikante Auswirkungen auf den Tourismus, entspricht aber nicht den Tatsachen. Dies haben empirische Untersuchungen von Tourismusforschungsinstituten inzwischen hinreichend bewiesen.

Windenergie-Anlagen sind sichtbare Zeichen des Klimaschutzes und des ökologischen Fortschritts. Für einige Gemeinden haben sich hieraus bereits positive „Mitnahme-Effekte“ ergeben:

Sie erleben einen erheblichen Imagegewinn, da es die meisten Urlauber befürworten, wenn an ihrem Ferienort aktiver Umweltschutz praktiziert wird. Informationsarbeit über die erneuerbaren Energien, verbunden mit Besichtigungstouren zu Windenergie-Anlagen, bereichern hier das touristische Angebot und bescheren den interessierten Feriengästen ihr ganz spezielles Winderlebnis.

- Landschaftsbild S.20
- Regionale Wirtschaftsimpulse S.27



Internet:

- _ www.tauernwind.com/touris/erlebnispark_fuehrungen.htm (Ausflugziel Tauernwindpark, Österreich)
- _ www.mediatime.ch/ausflug/wind.htm (Windenergie als Ausflugsziel, Schweiz)
- _ www.eifel-direkt.de/ger/a_z/detail.php?id=42 (Windenergie als Ausflugsziel in der Eifel)
- _ www.wind-energie.de (Themenbereich: Windenergie Regional)

Literatur:

- _ Offshore-Park Nysted ist eine Touristen-Attraktion, in: Ostsee-Zeitung, 11.09.2004.
- _ Windkraft-Tourismus, in: neue energie, Heft 7/2004.
- _ Wirkungseffekte von Offshore-Windkraftanlagen in Mecklenburg-Vorpommern auf touristische Nachfrage- und Angebotsstrukturen, Ostseeinstitut für Marketing, Verkehr und Tourismus an der Universität Rostock, Rostock 2003.
- _ Windkraftanlagen und Tourismus. Bevölkerungsumfrage 2003, Soko-Institut GmbH, Bielefeld 2003.
- _ Touristische Effekte von On- und Offshore-Windkraftanlagen in Schleswig-Holstein, Institut für Tourismus- und Bäderforschung in Nordeuropa GmbH (N.I.T.), Kiel 2000.

ATTRAKTION WINDENERGIE	Kontakt
Windpark Holtriem Führungen für mindestens acht Personen und auf Anfrage. Attraktion ist eine Besucherkanzel unter der Gondel.	Heidi Krämer Kinderspielparadies, Tel.: 04975/91030
Nordseehaus Wangerland/Gästehaus Minse Wind- und Wattenmeer Informationszentrum. Führung im anliegenden Windpark.	Ralf Sinning, Gästehaus Minsen, Tel.: 04426/904700 Nordseehaus-wangerland@t-online.de www.nordseehaus-wangerland.de
Wattenmeer-Informationszentrum Erlebnisausstellung Wattenmeer und Windenergie.	Informationszentrum Wiedingharde, Ute Rolfs, Tel.: 04668/313, www.wiedingerharde-infozentrum.de
Windenergiepark Westküste Ausstellung zur Geschichte der modernen Windenergie. Vorträge und Führungen im Windpark.	Windenergiepark Westküste, Kaiser-Wilhelm Koog Tel.: 04846 519 od. 04331 182194
Artefact Gästehaus Tagungsräume und Ferienwohnungen. Führungen in Windparks, Energie Erlebnispark.	Artefact Gästehaus, Werner Kiwitt, Tel.: 04631/61160 info@artefact.de , www.artefact.de
Tourismusinformation Nysted Bootstouren zum Offshore-Windpark Nysted. Wind-Center – Ausstellung zum Windpark.	Tourist Information Nysted Tel.: 0045/5487/1985 (Anmeldung erforderlich)
Informationszentrum 5M - REpower Systems AG Informationen über die Technik der Multimegawatt-Klasse und die Windenergienutzung.	Claudia Hillebrand Informationszentrum 5M - Brunsbüttel Tel.: 04852/8365-45; Fax.: 04852/8365-46 c.hillebrand@repower.de , Sa. von 12-16 Uhr Do./Fr. für Gruppen (nur mit Voranmeldung)



Umweltschutz – Windenergie ist mehr als nur Klimaschutz

Windenergie ist Umweltschutz! Das Verfeuern fossiler Energieträger belastet die Umwelt, säuert den Regen und zerstört unsere Gesundheit. Die durch Windenergie vermiedenen Schadstoffemissionen helfen nicht nur die internationalen Klimaziele zu erreichen. Sie tragen vor allem dazu bei, dass Mensch, Tier und Natur in einer gesünderen Umwelt zusammen (über)leben können.

Analysen internationaler Forschergruppen zeichnen ein düsteres Bild: In den nächsten 50 Jahren könnte jede vierte landlebende Tier- oder Pflanzenart Klimaveränderungen zum Opfer fallen. Wetterkapriolen, die nachweisbare Verschiebung der Jahreszeiten, trockene heiße Sommer und milde Winter sorgen bereits heute für Störungen im natürlichen Gleichgewicht. Laut einer Studie des Institutes für Zoologie der Johannes Gutenberg-Universität Mainz sinkt hierzulande die Zahl der Zugvögel dramatisch. Auch wird die heimische Flora durch aus dem Süden eindringende Pflanzenarten verdrängt. Saubere Luft und Trinkwasser sind abhängig von biologischer Ausgewogenheit und Vielfalt. Der Arten-Killer Klimawandel wird somit auch vor dem Menschen nicht Halt machen.

- Externe Kosten S.13
- Klimafolgen und Klimaschutz S.18
- Vogelschutz S.44
- Wild- und Nutztiere S.45

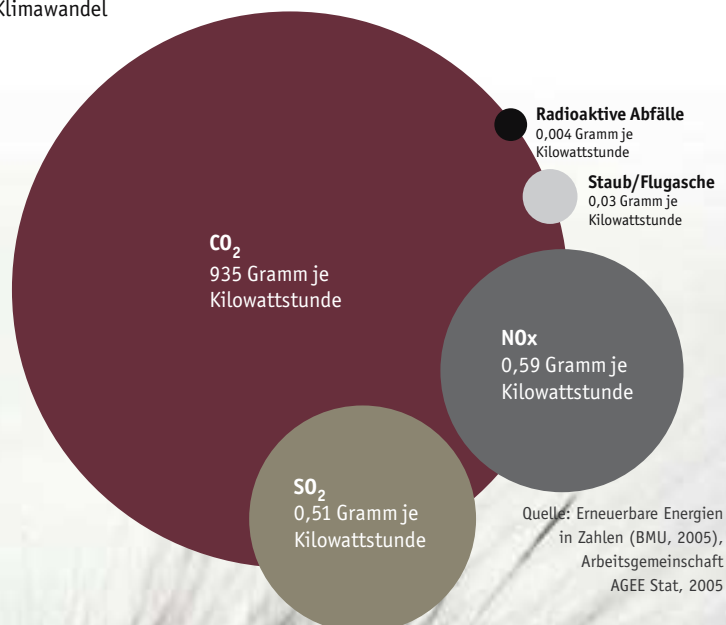


Internet:

- _ www.vistaverde.de
(Portal für Umwelt, Natur und Nachhaltigkeit)
- _ www.germanwatch.org
(Umweltschutzorganisation)
- _ www.wind-energie.de (Themenbereich: Mensch und Umwelt)
- _ www.wind-ist-kraft.de (Informationsseite zur Windenergienutzung des DNR)

Literatur:

- _ Gutachten zur CO₂-Minderung im Stromsektor durch den Einsatz erneuerbarer Energien, Fraunhofer Institut, Karlsruhe 1/2005.
- _ Windenergie und Naturschutz, Rede von Jochen Flasbarth anlässlich der Fachtagung „Windenergie und Naturschutz“, Hannover 2004.
- _ Das EEG – eine Investition in die Zukunft zahlt sich schon heute aus, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Heft 7/2002.
- _ Erdpolitik. Ökologische Realpolitik an der Schwelle zum Jahrhundert der Umwelt, 5. Aufl., Ernst Ulrich von Weizsäcker, Darmstadt 1997.



Umweltverbände zur Windenergie – ein klares Ja!

Die großen Naturschutz- und Umweltverbände haben stets den ökologischen Sinn und Nutzen der Windenergie betont. DNR, BUND, NABU, WWF, Greenpeace und Robin Wood setzen sich für den weiteren umweltgerechten Ausbau der Windenergie und anderer erneuerbarer Energien ein. Auch der Deutsche Bauernverband, Gewerkschaften und Kirchen unterstützen die Windenergie-Nutzung. Dabei ist ein abgestimmtes Vorgehen beim Landschafts- und Naturschutz notwendig, um allen Facetten des Umweltschutzes und der nachhaltigen Entwicklung gerecht zu werden.

Deutscher Naturschutzring (DNR): „Neben einer vorrangig notwendigen Energieeinspeisung und höheren Wirkungsgraden bei der Energieerzeugung ist die Nutzung erneuerbarer Energien ein bedeutsamer Teil zur Lösung dieses Energie- und Klima-Problems. Dabei werden nachhaltige Energiequellen wie das Wasser, der Wind und die Sonne genutzt ohne (endliche) Ressourcen zu verbrauchen oder Abfall- beziehungsweise Reststoffe zu produzieren. Sie tragen dazu bei, eine schädliche Veränderung der Atmosphäre durch den Eintrag von Treibhausgasen zu verringern, da im Gegensatz zur Nutzung fossiler Energieträger kein klimaschädliches Kohlendioxid produziert wird. Auch werden unkalkulierbare Risiken für Generationen wie bei der Atomenergie vermieden.“ (DNR-Vorschlag einer Internationalen Leitlinie zum umwelt- und sozialverträglichen Ausbau der Windenergie, 2004)

Greenpeace: „Der Ausbau der Windenergie ist ein wichtiger und notwendiger Beitrag zum Klimaschutz, der uns alle betrifft. Greenpeace setzt sich deshalb für den weiteren Ausbau der Windenergie in Deutschland ein. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz muss weiterhin Bestand haben. Außerdem müssen angemessene Rahmenbedingungen für den Ausbau der Offshore-Anlagen und die Erhöhung der Leistungskapazität von älteren Anlagen (Repowering) geschaffen werden. Frühzeitiger Einbezug der Anwohner in die Planungen zur Ausweisung von Vorranggebieten und die Möglichkeit von Bürgerbeteiligungen an Windparks tragen sicherlich wesentlich zur Erhöhung der Akzeptanz bei.“ (Greenpeace-Positionspapier zur Nutzung der Windenergie, 2002)



NABU: „Aus Gründen der Risiken der Atomenergie und der Notwendigkeit zum Klimaschutz hält der NABU die weitgehende Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien in den kommenden Jahrzehnten für zwingend erforderlich. Daher befürwortet er auch die Windenergienutzung, jedoch nicht überall und um jeden Preis. So müssen neben offiziellen Schutzgebieten wie Nationalparks und Naturschutzgebieten insbesondere auch solche Flächen von der Windenergienutzung frei gehalten werden, die als bedeutende Vogelrast-, -brut oder -zuggebiete gelten!“ (NABU-Info Windenergie, Bonn 2004)

BUND: „Der BUND befürwortet den weiteren Ausbau der Windenergie-Nutzung in Deutschland als eine dezentrale erneuerbare Energiequelle. Dieser Ausbau muss in Natur und Mensch schonender und geordneter Weise erfolgen. Windenergie als eine besonders umweltfreundliche und dauerhafte Energiequelle wird bei der Stromversorgung im ökologischen Energie-Mix der nachhaltigen Energiewirtschaft eine wichtige Rolle spielen.“ (BUND-Position Windenergie, Köln 2001)

WWF: „Windenergie [ist] die Technologie, die am nächsten an die Kosten der fossilen Stromerzeugung heranreicht und für die weltweit hohe Ausbauziele bestehen. Bedingt durch den technologischen Fortschritt sind die spezifischen Stromgestehungskosten der Windenergie seit 1990 bereits um die Hälfte gesunken. Da in Deutschland und Europa in den nächsten zwei Jahrzehnten rund die Hälfte des Kraftwerksparks erneuert werden muss, ist generell von steigenden Strompreisen auszugehen. Damit wird der Unterschied zwischen den Stromgestehungskosten der Windenergie und den fossilen Energiequellen immer geringer.“ (WWF-Positionspapier Windenergie, Berlin 2003)



Internet:

- _ www.bund.net
- _ www.dnr.de
- _ www.greenpeace.org/Deutschland
- _ www.nabu.de
- _ www.umwelt.org/robin-wood
- _ www.wwf.de
- _ www.wind-ist-kraft.de

Vergütung der Windenergie

Das EEG sieht eine feste Einspeisevergütung des durch Windenergie-Anlagen erzeugten Stroms vor. Die Produktion, der Aufbau oder der Betrieb einer Anlage werden nicht gefördert.

Die Vergütung für Windstrom orientiert sich an zwei Grundsätzen: a) Eine jährliche Absenkung der Vergütung für neu errichtete Anlagen um jeweils 2 Prozent erhöht den Innovationsdruck auf die Branche und beschleunigt die Angleichung der Strompreise fossiler und erneuerbarer Energieträger. b) Windreiche Standorte werden insgesamt geringer vergütet, um eine Überförderung zu vermeiden.

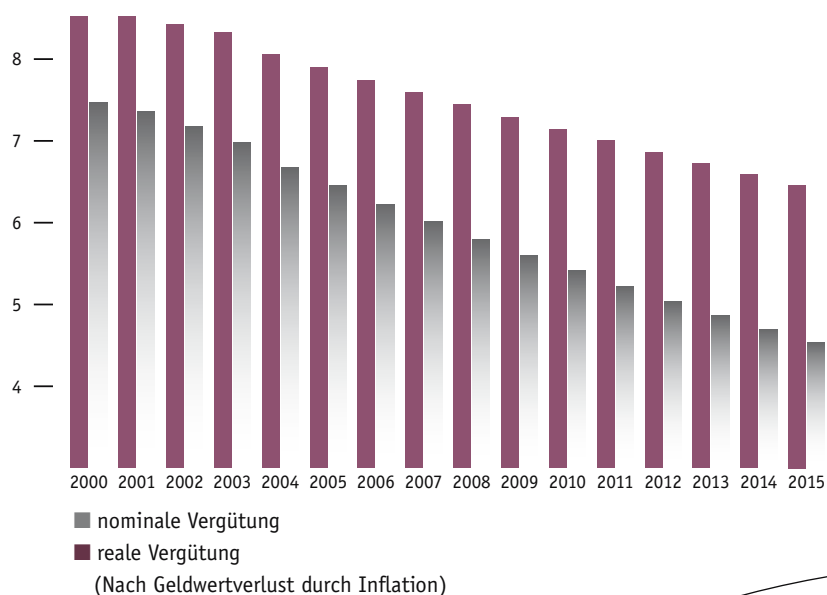
Das Vergütungsmodell beinhaltet des Weiteren zwei Stufen: Mindestens die ersten fünf Jahre erhält der Windkraftanlagen-Betreiber die erhöhte Anfangsvergütung (2005: 8,53 Cent). Der Zeitpunkt der Zurückstufung auf die Basisvergütung (2005: 5,39 Cent) richtet sich nach der Standortqualität beziehungsweise dem erzielten Stromertrag. Je höher der durchschnittliche Ertrag, desto eher erfolgt die Zurückstufung. Ein Inflationsausgleich findet nicht statt. Die gesetzlich festgelegte Vergütung durch das EEG ist auf 20 Jahre befristet. Die Vergütung für Windenergie-Anlagen auf dem Meer (Offshore) unterliegt einer besonderen Regelung.

- Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) S.11
- Subventionen S.35
- Vergütungsmodelle S.43

Reale Durchschnittsvergütung über 20 Jahre (1. und 2. Vergütungsstufe)			
Jahr der Inbetriebnahme	sehr guter Standort an der Küste	an einem durchschnittlich windgünstigen Standort	weniger guter Standort
2001	6,9 Cent	7,7 Cent	9,1 Cent
2003	6,7 Cent	7,5 Cent	8,9 Cent
2005	6,18 Cent	6,96 Cent	8,53 Cent

MITTLERE VERGÜTUNG FÜR NEUANLAGEN

Die Grafik zeigt die gemittelte Vergütung aus 1. und 2. Stufe über 20 Jahre. Da das EEG keinen Inflationsausgleich vorsieht, fällt die reale Vergütungssenkung für eine Kilowattstunde erheblich stärker aus.



Vergütungsmodelle – erfolgreiches Mindestpreissystem

Literatur:

- _ Mindestpreissystem und Quotenmodell im Vergleich – welches System ist effizienter?, BWE-Hintergrundpapier, Bundesverband WindEnergie, Berlin 5/2005.
- _ Europa setzt auf feste Tarife, in: neue energie, Heft 2/2005.
- _ A Comparison of minimum-price and quota Systems and an analysis of market conditions, EREF/Worldwatch Institut, 1/2005.
- _ Comparison of Feed in Tariff, Quota and Auction Mechanisms to Support Wind Power Development, Cambridge Working Paper, Cambridge-MIT Institute, 12/2004.
- _ EEG und Emissionshandel, BWE-Hintergrundpapier, Bundesverband WindEnergie, Berlin 2004.
- _ Erfolgsbedingungen von Instrumenten zur Förderung Erneuerbarer Energien im Strommarkt, hrsg. v. Mischa Bechberger u.a., Forschungsstelle für Umweltpolitik der Freien Universität Berlin, Berlin 2003.
- _ National Policy Instruments, Thematic Background Paper, Worldwatch Institute.

Die meisten Industrienationen haben sich im Rahmen internationaler Vereinbarungen zur Reduktion ihres Schadstoffausstoßes verpflichtet und teilweise sehr engagierte Ausbauziele für die Nutzung erneuerbarer Energien festgesetzt. Dabei vertrauen die einzelnen Länder unterschiedlichen Förderungsmodellen.

Mindestpreissystem: Kernelemente dieses Modells sind die Abnahmepflicht von Strom aus erneuerbaren Energien seitens der Energieversorgungsunternehmen und ein garantierter Abnahmepreis. Um eine Überförderung beziehungsweise Mitnahmeeffekte zu vermeiden, besteht die Möglichkeit, die Vergütungshöhe nach Erzeugungstechnologie, Standort und Ertrag zu variieren und zeitlich begrenzt und degressiv auszugestalten.

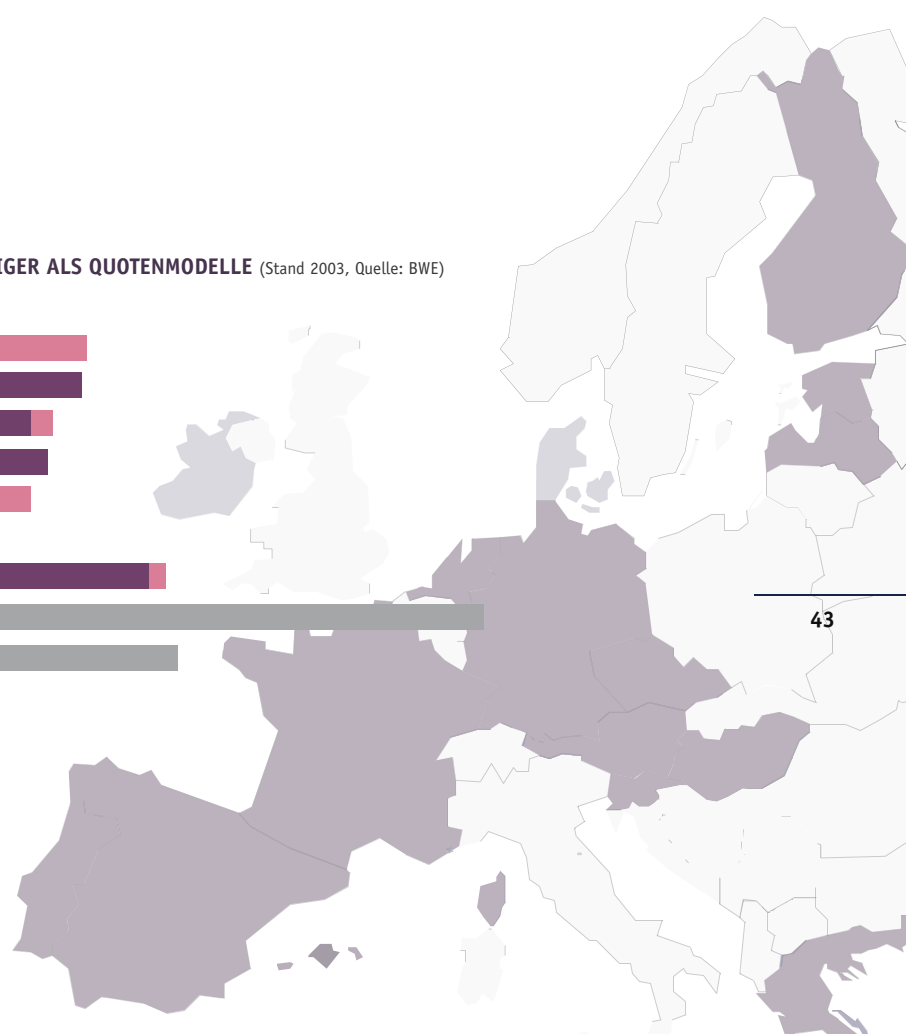
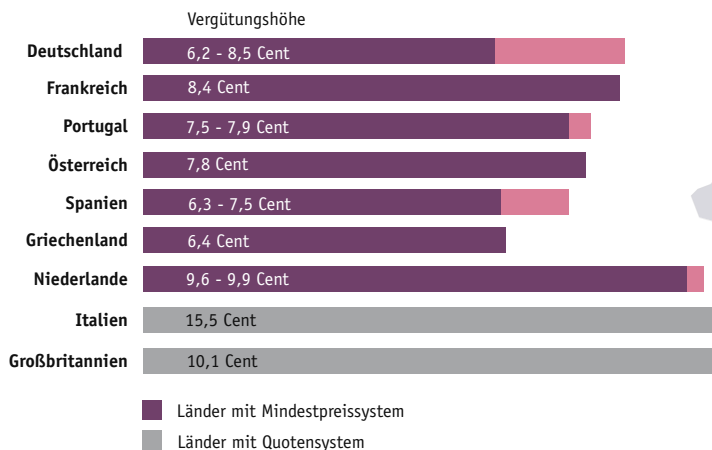
Quotenmodell: Es wird von staatlicher Seite eine Menge oder ein Anteil von Strom aus erneuerbaren Energien festgesetzt, der von einer Gruppe von Akteuren bereitgestellt, ge- oder verkauft werden soll. Die Einhaltung der jeweiligen Mengenverpflichtung wird durch die Vergabe von Zertifikaten kontrolliert.

Ausschreibungsmodell: Hier konkurrieren Erzeuger von Regenerativstrom in einzelnen Ausschreibungsrunden um die Deckung eines zuvor festgelegten Mengenkontingents. Die Ausschreibungsgewinner erhalten dann eine zeitlich befristete Abnahmegarantie für den von ihnen erzeugten Strom.

Bisher haben sich die Mindestpreissysteme als äußerst erfolgreich erwiesen. Sie sind flexibel in der Ausgestaltung, schaffen langfristig gesicherte Rahmenbedingungen für Investitionen und tragen somit zur Ausbildung einer nationalen Industrie, der Sicherung von Arbeitsplätzen und der Steigerung regionaler Wertschöpfung bei. Nicht ohne Grund fand in 2004 mehr als 70 Prozent des europäischen Zubaus im Bereich der Windenergie in den Mindestpreisländern Deutschland und Spanien statt.

- Vergütung der Windenergie S.42
- Ziele S.47

MINDESTPREISSYSTEME SIND IM DURCHSCHNITT GÜNSTIGER ALS QUOTENMODELLE (Stand 2003, Quelle: BWE)





Vogelschutz



Kein „Vogelschlag“, kaum Meideverhalten – dies sind zusammengefasst die Ergebnisse langjähriger Studien zum Thema Windenergie und Artenschutz. Zahlreiche Ornithologen untersuchten das Vorkommen von Rast-, Brut- und Zugvögeln in der Nähe von Windenergie-Anlagen und stellten fest, dass sich nur wenige Arten auf Dauer in ihrem Verhalten beeinflusst zeigten. Der von Windkraftkritikern oftmals ins Feld geführte „Vogelschlag“ konnte vollends zurückgewiesen werden. So waren vereinzelte Häufungen von Totfunden allein bei Standorten auf Bergrücken – in Deutschland äußerst selten – oder nahe großer Gewässer zu beobachten. Der BUND rechnet bundesweit mit durchschnittlich 0,5 toten Vögeln pro Anlage und Jahr.

Trotz allem gilt: Der menschliche Eingriff in die Natur führt zwangsläufig zur Störung der Umwelt. Besiedlung, Verkehr, Land- und Forstwirtschaft schränken die Lebensräume der Tiere zunehmend ein. An großflächigen Glasfronten, im Straßenverkehr oder bei menschengemachten Umweltkatastrophen wie Tanker-Havarien verenden jährlich mehrere Millionen Vögel. Auch der wohl größte menschliche Eingriff in die Natur bleibt nicht ohne Auswirkungen auf die Vogelwelt. Die Änderung des Klimas führt schon jetzt zu nachweisbaren Verhaltensänderungen von Zugvögeln. Dies geht aus einer Studie des Instituts für Zoologie der Johannes Gutenberg-Universität Mainz hervor.

Etwaige Auswirkungen von Windturbinen auf die Lebensräume und Durchzugsgebiete von Vögeln lassen sich dagegen durch eine sorgsame Standortplanung vermeiden oder wenigstens minimieren. Nahezu jedes Projekt wird heutzutage durch ornithologische Untersuchungen begleitet, in Natur- und Vogelschutzgebieten werden zudem keine Windenergie-Anlagen aufgestellt.

Internet:

- _ www.vistaverde.de (Portal für Umwelt, Natur und Nachhaltigkeit)
- _ www.vorort.bund.net/bawue/ positionen (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland BUND, Landesverband Baden-Württemberg)
- _ www.textbruket.se/kalmarsund (Studie zu Offshore-Windenergie und Vögeln)
- _ www.wind-energie.de (Themenbereich: Mensch und Umwelt)

Literatur:

- _ Avian collision risk at an offshore wind farm, Biodiversity, National Environmental Research Institut, Denmark 2005.
- _ Vogelschutz und Windenergie, BWE-Hintergrundpapier, Bundesverband WindEnergie, 5/2005.
- _ The Impact of Offshore Wind Farms on Bird Life in Southern Kalmar Sound - Sweden, Swedish Energy Agency, 2005.

- _ Auswirkungen der regenerativen Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel Vögel. Fakten, Wissenslücken, Anforderung an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen, Michael-Otto-Institut im Naturschutzbund Deutschland (Hrsg.), 2004.
- _ Vögel und Fledermäuse im Konflikt mit der Windenergie (Bremer Beiträge für Naturkunde

- und Naturschutz, Heft 7), Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland – BUND (Hrsg.), Bremen 2004.
- _ Langzeituntersuchung zum Konfliktthema „Windkraft und Vögel“. 3. Zwischenbericht, Arsu GmbH, Oldenburg 2004.
- _ Regionalplan Oberpfalz-Nord – Ausschusskriterien für Windenergieanlagen im Vorkommensgebiet gefährdeter Großvogelarten. Stellungnahme des Büros für faunistische Fachfragen, Matthias Korn u.a.,

- Linden 2003.
- _ Windenergie und Vögel – Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes (Tagungsband), Technische Universität Berlin (Hrsg.), Berlin 2002.
- _ Untersuchungen zum Einfluss der Errichtung und des Betriebs von Windenergie-Anlagen auf Vögel im Binnenland (Diss.), Frank Bergen, Bochum 2001.
- _ Vogelschutz und Windenergie – Konflikte, Lösungsmöglichkeiten und Visionen, S. Ihde u.a. (Hrsg.), Osnabrück 1999.

Wettbewerb

Auf dem Strommarkt geht es um viel Geld. 2003 haben die Energieversorger in diesem Unternehmensbereich 67 Milliarden Euro umgesetzt. Allein 18 Mrd. durch Netznutzungsentgelte.

Die regenerativen Energien haben in wenigen Jahren einen Marktanteil von über zehn Prozent erlangt. Sie sind den Kinderschuhen längst entwachsen. Die Bundesregierung strebt eine Versorgung durch erneuerbare Energien von 20 Prozent bis 2020 und 50 Prozent bis 2050 an. Der Markt wird sich also auf lange Sicht stark verändern. Ein Markt, an dem die etablierten Energieversorger, mit Ausnahme der Großwasserkraft, keinen nennenswerten Anteil haben. Bis heute konnten sie durch überhöhte Netznutzungsentgelte einen Wettbewerb auf dem Strommarkt verhindern. Der gesetzlichen Verpflichtung, Strom aus Sonne, Wind & Co in das Netz aufzunehmen und zu vergüten, können Sie sich aber nicht entziehen. Aus diesem Grund torpedieren führende Energiekonzerne aus wirtschaftlichem Eigeninteresse eine

sinnvolle Entwicklung hin zu einer unabhängigen, umweltgerechten Energieversorgung. Dabei bräuchten die erneuerbaren Energien den Wettbewerb nicht zu fürchten. Unter volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten sind sie schon heute wettbewerbsfähig. Aus rein betriebswirtschaftlicher Sicht in 10 bis 15 Jahren.

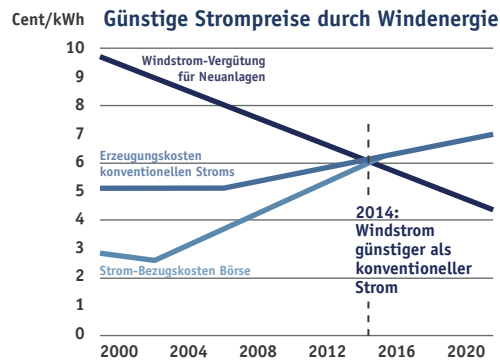


Internet:

– www.vdn-berlin.de/global/downloads/Publikationen/LB/VDN_LB_VS_2004-2010.pdf

Literatur:

– Energieperspektiven nach dem Ölzeitalter, DB Reserch, 12/2004.
– VDEW Jahresbericht 2003, Berlin 2004.



Wild- und Nutztiere

Nutztiere wie Pferde oder Kühe sind tagtäglich den unterschiedlichsten Reizen ausgesetzt. Sie passen sich neuen Gegebenheiten in der Regel recht schnell an. Verhaltensauffälligkeiten bei den Tieren durch den Betrieb von Windkraftanlagen in der Nähe von Koppeln, Weiden oder Ställen konnten bisher nicht beobachtet werden.

Bei Wildtieren tritt meist nach kürzester Zeit ein Gewöhnungseffekt ein. Rehe, Füchse und Hasen nehmen die Anlagen nicht als Bedrohung wahr, dementsprechend zeigen sie auch kaum Meideverhalten. Dies haben Umfragen unter deutschen Jägern bestätigt. Größerer Forschungsbedarf besteht noch beim Einfluss von Windenergie-Anlagen auf Fledermäuse. Die nachtaktiven Tiere scheinen zu bestimmten Zeiten des Jahres die Nähe der Anlagen zu suchen. Doch vermehrte Todesfälle gab es bisher nur in sehr wenigen Windparks. Strittig sind die Auswirkungen von Offshore-Windparks auf Meeressäuger wie Delfine und Schweinswale. Gerade die Errichtung der Parks mit Kabelverlegung und Turmbau wird von einigen Meeresschützern als problematisch für die empfindlichen Tiere eingeschätzt. Der Betrieb der Megawatt-Anlagen bereitet ihnen dagegen wenig Sorgen. Durch den Wegfall der Fischerei könnten hier sogar wertvolle Rückzugsgebiete für die Tiere entstehen. Ungeachtet der ungesicherten Forschungslage finden die vorläufigen Dokumentationsergebnisse der Wanderwege der Meeressäuger bereits heute Berücksichtigung bei der Standortwahl der Offshore-Windparks.

Internet:

– www.hornsrev.dk (Offshore-Windpark Horns Rev)
– www.delphinschutz.org/gefahren/offshore-wind.htm
– www.batcon.org/wind/research.html (Ergebnisse der Studie „Relationships between Bats and Wind Turbines“)

Literatur:

– Relationships between Bats and Wind Turbines in Pennsylvania and West Virginia, Edward B. Arnett, Bat Conservation International Technical Editor and Project Coordinator, June 2005.
– Windenergieanlagen und Pferde. Gutachten, Anja Seddig, Bielefeld 2004.

– Gedanken und Arbeitshypothesen zur Fledermausverträglichkeit von Windenergieanlagen, Friedhelm Hensen, 2004.
– Horns Rev. Annual status report for the environmental monitoring programme (1.1.–31.12.2003), Elsam Engineering A/S (Hrsg.), Fredericia 2004.
– Projekt „Windkraftanlagen“. Raumnutzung ausgewählter heimischer Niederwildarten im Bereich von Windkraftanlagen, Institut für Wildtierforschung an der Tierärztlichen Hochschule Hannover (Hrsg.), Hannover 2001.

Windenergiefonds – Chancen und Risiken

Internet:

- _ www.wind-energie.de
- _ www.ecoreporter.de

Literatur:

- _ Mit einer grünen Anlage schwarze Zahlen schreiben, 3. erweiterte und überarbeitete Auflage, Bundesverband Wind-Energie, Osnabrück 2004.
- _ Mit Abstrichen zufrieden. Kommanditistenumfrage des Bundesverbandes Windenergie, in: neue energie 11/2004.
- _ Rendite mit Energie, in: neue energie 11/2004.
- _ CHECK-Branchenanalyse Windenergiefonds, hrsg. v. Forum Nachhaltige Geldanlagen, S. Appel, Feb. 2004.

Ein großer Teil der in Deutschland realisierten Windparks wurde über Windenergiefonds finanziert. Hierbei handelt es sich in der Regel um Unternehmen in Form einer GmbH & Co. KG, die von so genannten Initiatoren gegründet und privaten Investoren mitgetragen werden. Die privaten Investoren können sich an den Unternehmen beziehungsweise Windparks in der Regel ab 3.000 Euro beteiligen. Bei Bürgerwindpark-Modellen steht Anlegern aus der Region eine Beteiligung an „ihrer“ Anlage oft auch schon für einen geringeren Betrag offen. Im Gegenzug profitieren sie von den Ausschüttungen der Gesellschaften und von Verlustzuweisungen in den ersten Jahren der Beteiligung, die die Steuerlasten der Investoren mindern. Beworben werden die Projekte mit Emissionsprospekten, die neben einer ausführlichen Darstellung der technischen Eckdaten und Vertragsmodalitäten unter anderem auch Windgutachten, Ergebnisprognosen und erwartete Betriebskosten beinhalten. Wie jede unternehmerische Investition birgt auch die Beteiligung an einem Windenergiefonds Chancen und Risiken in sich. Orientierungshilfe bietet hier die Broschüre „Mit einer grünen Anlage schwarze Zahlen schreiben“ des BWE sowie die Leistungsbilanzen der Anbieter von Windfonds. Einer Studie des Forums Nachhaltige Geldanlagen zufolge waren Windenergiefonds in den vergangenen Jahren im Schnitt sogar rentabler als Schiffs- oder Medienfonds. Dieses positive Ergebnis spiegelt sich in den jährlichen BWE-Umfragen wider: In 2004 wollten fast zwei Drittel der Investoren auch zukünftig in Windenergieprojekte investieren.

■ Bürgerwindpark S.8





Ziele – national und international

Die Bundesregierung hat sich ambitionierte Ziele gesetzt: Bis 2010 will sie den Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch auf 12,5 Prozent anheben und im Jahr 2020 über 20 Prozent erreichen. Mitte des Jahrhunderts soll der Mix aus Sonne, Wind, Wasser, Biomasse und Geothermie bereits rund die Hälfte des Primärenergieverbrauchs decken.

Weltweit ist Deutschland ein Vorreiter bei der Nutzung erneuerbarer Energien. CO₂-Anstieg, Erderwärmung und die Verknappung fossiler Energieträger sind jedoch globale Probleme, die nur im internationalen Kontext bewältigt werden können. Die Umwelt- beziehungsweise Klimaschutzgipfel von Rio (1992), Kyoto (1997) und Johannesburg (2002) sowie die internationale Konferenz für erneuerbare Energien in Bonn (2004) haben zu einer stetig wachsenden Koalition von Nationen geführt, die sich im Bereich des Klimaschutzes und der Förderung erneuerbarer Energien hohe Ziele und klare Zeitpläne gesteckt haben. So soll der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung bis zum Jahr 2010 in der Europäischen Union auf 22 Prozent (inklusive Großwasserkraft), in Lateinamerika und China auf 10 Prozent ansteigen. Endziel kann allerdings nur eine 100-prozentige regenerative Energieversorgung sein.

- Globale Verantwortung S.15
- Klimafolgen und Klimaschutz S.18
- Potenzial der erneuerbaren Energien S.24

Internet:

- _ www.renewables2004.de
(Offizielle Homepage zur Internationalen Konferenz für erneuerbare Energien 2004)
- _ www.erneuerbare-energien.de
(Informationsseite des Umweltministeriums)

Literatur:

- _ Windforce 12 – Wie es zu schaffen ist, bis zum Jahr 2020 12% des weltweiten Elektrizitätsbedarfs durch Windenergie zu decken, Greenpeace/European Wind Energy Association (EWEA), 5/2004.
- _ Themenpapier Windenergie, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Juli 2004.
- _ Erneuerbare Energien International, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg - ZSW (Hrsg.), Mai 2004.
- _ Steigender Energiebedarf und nachhaltiges Handeln – Zusammenfassung, Shell Report 2002.
- _ Enquete Kommission „Nachhaltige Energieversorgung“, Harry Lehmann, Berlin.
- _ Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt vom 27.10.2001.

Windenergie im Internet



Bundesverband WindEnergie e.V. www.wind-energie.de

Der Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE) ist mit über 18.000 Mitgliedern der größte Verband der erneuerbaren Energien. Seine Mitglieder setzen sich für eine Energiewende hin zu 100% aus einem Mix aller regenerativen Energien ein. Zu den Fragen, warum eine Energiewende notwendig ist und was die Windenergie dazu beitragen kann, finden Sie zahlreiche Informationen, Studien und Links auf dieser Homepage.

www.deutsche-windindustrie.de

Über 60.000 Menschen haben inzwischen in der Windbranche Arbeit gefunden. Doch wer sind diese Betriebe? In Nordrhein-Westfalen finden sich ehemalige Bergbau-Zulieferer, die heute einen wesentlichen Teil mit Komponenten für Windkraftanlagen umsetzen. Auf dieser Internetseite erhalten Sie Informationen über die Leistungsfähigkeit der Branche und ihrer Unternehmen.



www.wind-ist-kraft.de

Kampagne des Deutschen Naturschutzring (DNR) zur umwelt- und naturverträglichen Nutzung der Windenergie an Land. Gerade die Aspekte des Natur- und Landschaftsschutzes sowie die Auswirkungen auf Vögel und Wildtiere führen immer wieder zu emotionalen Debatten. Die Kampagne ist ein Aufruf zu mehr Sachlichkeit in der Diskussion und trägt mit einer fundierten wissenschaftlichen Arbeit und gut aufbereiteten Informationen dazu bei.

www.erneuerbare-energien.de

Die Informationsseite des Bundesministeriums für Umwelt-, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Das Umweltministerium hat eine Vielzahl von aktuellen Themen und Hintergrundinformationen zu allen erneuerbaren Energien zusammengestellt. Die Möglichkeit, BMU-Publikationen kostenlos zu bestellen rundet das Angebot ab.



www.deutschland-hat-unendlich-viel-energie.de

Internetauftritt der Informationskampagne Erneuerbare Energien. Eine gemeinsame Aktion der Branchenunternehmen sowie des Umwelt- und Verbraucherschutzministeriums. Die Kampagne informiert über die regenerativen Energien und die damit verbundenen Chancen und Ziele für Deutschland.

www.windinformation.de

Eine Informationsseite über die Grundlagen und die Technik der Windenergie-Nutzung. Ein Highlight ist die Möglichkeit, sich seine eigene Windenergie-Anlage zu bauen.



Publikationen rund um die Windenergie



Windindustrie

Mit der Windindustrie ist in Deutschland eine weltweit führende Maschinenbau- und Dienstleistungsbranche entstanden. Rund 50.000 Menschen sind bei Unternehmen aus der Windindustrie beschäftigt. Die Imagebroschüre „Windindustrie“ stellt rund 30 von ihnen vor. Abgerundet wird das Angebot durch zahlreiche Informationen und Grafiken rund um die Wirtschaftskraft und Potenziale dieser jungen Branche.

► Informationen finden Sie unter www.deutsche-windindustrie.de

Broschüre und Flyer des DNR

„Windkraft und Co.“ treffen auf Skepsis, die es ernst zu nehmen gilt. Um die tatsächlichen Wirkungen der Windkraft auf Mensch, Natur und Umwelt fachlich zu beurteilen und öffentlich darzustellen, führt der Deutsche Naturschutzring (DNR) – gefördert vom Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt – eine Informationskampagne durch, die auf einer umfangreichen Grundlagenanalyse basiert. In diesen Broschüren werden die Kernaussagen zusammengefasst. Der DNR ist der Dachverband von nahezu 100 Natur- und Umweltschutzverbänden mit über 5 Millionen Einzelmitgliedern.

Er will Impulse für eine zukunftsfähige Entwicklung unseres Landes geben – zum Beispiel in der Energiepolitik. Deshalb setzt sich der DNR auch für den Ausbau der regenerativen Energien ein, von denen der Wind derzeit die größten Potenziale besitzt, um klimafreundlichen Ökostrom zu erzeugen.

► Bestellung über www.wind-ist-kraft.de



Anlegerinfo – Mit einer grünen Anlage schwarze Zahlen schreiben

Die Geldanlage in Windfonds ist ein wichtiges Thema. Mit der Beteiligung an einer Windenergieanlage werden Sie Unternehmer, mit allen Chancen und Risiken. Das BWE-Anlegerinfo hilft bei der Beurteilung von Angeboten und zeigt, worauf man achten muss um erfolgreich zu investieren.


► Download auf der Internetseite www.wind-energie.de

neue energie

Spannende Hintergrundberichte und Reportagen zu aktuellen Themen aus Politik und Wirtschaft sowie zu neuen Technologien im Bereich regenerativer Energien liefert das Fachmagazin neue energie jeden Monat.

► Für eine Leseprobe besuchen Sie die Internetseite www.neueenergie.net





Der Text, die Links
und auch die als PDF
verfügbare Literatur
stehen unter
www.wind-energie.de
zum Download bereit.

IMPRESSUM

Herausgeber | Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE)
Bundesgeschäftsstelle, Herrenteichsstr. 1, 49074 Osnabrück
info@wind-energie.de, www.wind-energie.de
V.i.S.d.P. | Dr. Peter Ahmels, Präsident des BWE
Redaktion | Thorsten Paulsen
Gestaltung | bigbenreklamebureau, fischerhude

BILDNACHWEIS

Paul Langrock (copyright www.paul-langrock.de),
Vestas Deutschland GmbH, Abo Wind AG,
DeWind GmbH, Enercon GmbH, GE Energy,
KGW Schweriner Maschinenbau GmbH,
Multibrid Entwicklungsges. mbH,
Thorsten Paulsen, Hanne May, Mike Müller,
REpower Systems AG,
SeeBa Energiesysteme GmbH,
Unternehmensgruppe Dezentrale Energie

Stand: 8-2005

Info-Material aus 1. Hand: Der Bestellservice des BWE

Weitere Artikel und
nähere Informationen
zu den einzelnen Titeln
finden Sie auch im
Internet unter
www.wind-energie.de!

BÜCHER	Anzahl	Preis	Mitgliederpreis
Marktübersicht „Windenergie 2005“			
- Buch <input type="radio"/> oder CD-Rom <input type="radio"/>		je 30,00	je 20,00
- Kombi-Pack (Buch und CD-Rom)		50,00	30,00
Bürger Solarstrom Anlagen , solid gGmbH		40,00	40,00
Handbook of Renewable Energies in the European Union II , (englisch), Dr. Danyel Reiche		29,80	29,80
Rahmenbedingungen für erneuerbare Energien in Deutschland , Dr. Danyel Reiche		35,00	35,00
Repowering von Windenergieanlagen , Dr. Martin Maslaton/Dr. Dana Kupke		56,90	56,90
Verfassungs- und Europarechtskonformität des EEG , Jan Reshöft		42,50	42,50
Was dreht sich da in Wind und Wasser? , G. Strottdrees/G. Cavelius		12,95	12,95
Energieautonomie – Eine neue Politik für erneuerbare Energien , Hermann Scheer		19,90	19,90
Wind – Energieträger der Zukunft , Marcus Kramer-Krone		49,00	49,00
Windkraftanlagen: Systemauslegung, Netzintegration und Regelung , Siegfried Heier		39,90	39,90
POSTER	Anzahl	Preis	Mitgliederpreis
Posterreihe: Windenergie (fünf Poster, 4-farbig, 60cm x 100cm, beschichtet)			
1) Täglich neue Energie: Sonne und Wind		5,00	4,00
2) Windkraft: Reiche Ernte für die Zukunft		5,00	4,00
3) Starke Leistung: Impulse vor Ort und weltweit		5,00	4,00
4) Wettervorhersage: Morgen grenzenlos saubere Energie		5,00	4,00
5) Offshore: Windparks im Meer		5,00	4,00
Gewinnspielkarten zu den Postern und Infotafeln – Preis per 50 Stück.		15,00	10,00
Windkraft-Nutzung in Deutschland 2003 gefalzt <input type="radio"/> gerollt <input type="radio"/>		1,00	0,55
Windkraft-Nutzung in Deutschland (gefalzt) 2000 <input type="radio"/> 2001 <input type="radio"/> 2002 <input type="radio"/>		1,00	0,55
BROSCHÜREN, VIDEOS, CD'S UND GESCHENKIDEEN	Anzahl	Preis	Mitgliederpreis
KEEP COOL , Klimapolitik-Spiel, Klaus Eisenack & Gerhard Petschel-Held		24,95	24,95
Mit einer grünen Anlage schwarze Zahlen schreiben , 12/2004 (3. Auflage)		5,00	5,00
Multimedia CD „Wissen Windenergie“ (komplett in deutsch und englisch), 09/2002		15,00	10,00
Unterrichtseinheit Windenergie - Die physikalischen Grundlagen, inkl. Versuchsleitungen und Arbeitsblätter		15,00	15,00
Video-Informationspaket: Strom aus Wind (Inhalt: Video, 6 A3 Plakate, CD „Wissen Windenergie“, Folien CD)		29,90	24,90
Windradmodell , solarbetrieben, Nabenhöhe 26 cm in exklusivem BWE-Design		54,00	49,00

Preise für größere Bestellmengen auf
Nachfrage. Alle angegebenen Preise in EURO
incl. MwSt., zzgl. Versandkosten.



BWE-Service GmbH

Herrrenteichsstraße 1

D-49074 Osnabrück

Tel: +49(0)541 - 350 60-12

Fax: +49(0)541 - 350 60-50

service@wind-energie.de

www.wind-energie.de

»WENN DER WIND DES WANDELS WEHT,
BAUEN DIE EINEN MAUERN,
DIE ANDEREN WINDMÜHLEN.«

Chinesisches Sprichwort



Bundesverband
WindEnergie e.V.

■ Hauptstadtbüro

Marienstr. 19/20
10117 Berlin

bwe-berlin@wind-energie.de

■ Bundesgeschäftsstelle

Herrenteichsstr. 1
49074 Osnabrück

info@wind-energie.de

www.wind-energie.de



Quality by Know-how

- [Statistics](#)
- [DEWI Mag.](#)
- [DEWEK](#)
- [Studies](#)
- [Publications](#)
- [Jobs @ DEWI](#)
- [Laws](#)
- [Competence](#)



16.01.2007

Aufstellungszahlen der Windenergienutzung in Deutschland - Stand 31.12.2006 -

Pressemitteilung VDMA/BWE/DEWI vom 16.01.2007

DEWI Magazin Artikel (soon)
[Pressemitteilung inkl. Anhang PDF](#) [PowerPoint Slides](#)

Jahresbilanz Windenergie: gefestigter Inlands- und stark wachsender Weltmarkt

Berlin, 16.01.2007 - Der deutsche Markt für Windenergieanlagen hat sich im vergangenen Jahr überraschend gut behauptet, gaben der Bundesverband WindEnergie (BWE) und der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA Power Systems) heute in Berlin bekannt.

2006 wurden im Inland 1.208 Windenergieanlagen mit einer Leistung von 2.233 Megawatt neu installiert, das sind 425 Megawatt mehr als 2005. Dies entspricht einem Wachstum von 23,5 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Weltweit wurden rund 15.000 Megawatt neu installiert. Damit wuchs der Weltmarkt im Vergleich zum Vorjahr mit rund 30 Prozent wesentlich stärker als der Heimatmarkt.

"Die Marke von 20.000 MW gesamt installierter Leistung in Deutschland wurde deutlich überschritten. Damit liegt Deutschland nach wie vor an der Weltspitze", sagte Thorsten Herdan, Geschäftsführer VDMA Power Systems. Insgesamt waren nach der neuesten Statistik des Deutschen Windenergie-Instituts (DEWI) Ende 2006 in Deutschland 18.685 Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 20.622 MW installiert. Das entspricht einem Leistungszuwachs von zwölf Prozent gegenüber 2005. "Rund 2,9 Milliarden Euro wurden in Deutschland in neue Windparks investiert", so Peter Ahmels, Präsident des BWE. Den größten Zuwachs verzeichneten die Bundesländer Brandenburg (509 MW), Niedersachsen (378 MW), Sachsen-Anhalt (340 MW) und Rheinland-Pfalz (182 MW).

"Der Inlandsmarkt ist damit weiter ein wichtiges Standbein für die Industrie", so Ahmels weiter: "Neue Projekte kommen jedoch wegen anhaltender Genehmigungshindernisse schwieriger voran. Insbesondere das Repowering, der Ersatz von Altanlagen durch moderne Turbinen, bleibt deutlich hinter den Möglichkeiten zurück." Da die Monate August bis Dezember überdurchschnittlich windreich waren, konnten die Betreiber trotz eines insgesamt schwachen Windjahrs 2006 mit der Stromproduktion von 30,6 Milliarden Kilowattstunden einen neuen Rekord erzielen. "Die Windenergie deckt damit bereits 5,7 Prozent des deutschen Stromverbrauchs. Deutschland liegt nach dem jüngsten Bericht der EU-Kommission voll auf Kurs und wird das 12,5-Prozent Ziel für Erneuerbare Energien am Stromverbrauch bis 2010 erreichen", resümierte Ahmels.

"Hersteller und Zulieferer von Windenergieanlagen haben ihre Produktionskapazitäten erweitert und konnten ihre Fertigung in Deutschland 2006 teilweise um über 50 Prozent steigern", so Herdan von VDMA Power Systems. Wachstumstreiber waren erneut Exportmärkte in Europa, Nordamerika und Asien mit teilweise hohen Zuwächsen. Spitzenreiter werden auch 2006 die USA mit rund 2.800 MW an neu installierter Leistung sein. Aber auch in Indien mit rund 1.500 MW oder China bis zu 1.000 MW gab es kräftiges Wachstum. Insgesamt sind damit weltweit etwa 75.000 MW Windenergieleistung installiert. Die genauen Zahlen hierzu liegen im Februar vor.

Thorsten Herdan: "Der Zubau von rund 15.000 Megawatt in 2006 entspricht einem Investitionsvolumen von deutlich über 15 Milliarden Euro weltweit, ein jetzt schon gigantischer Markt." Von dem Exportgeschäft profitiert in erheblichem Maße auch die deutsche Windenergie-Zuliefer-Industrie mit Schlüsselkomponenten wie Generatoren, Getrieben oder Lagern. Insgesamt hat die deutsche Windbranche in 2005 über fünf Milliarden Euro erwirtschaftet. Die deutsche Export- und Wertschöpfungsstatistik 2006 präsentieren BWE und VDMA Power Systems mit den Halbjahreszahlen 2007 im Juli.

Um die führende Stellung als Entwicklungs- und Produktionsstandort in der Windindustrie im weltweiten Wettlauf zu behaupten, ist eine Weiterentwicklung der Rahmenbedingungen in Deutschland notwendig. Die Entscheidung der Bundesregierung zur Bereitstellung der Netze für Offshore-Windparks durch die Netzbetreiber und der Beschluss zum Bau eines Offshore-Testfelds waren große Schritte in die richtige Richtung. Thorsten Herdan: "2007 und 2008 geht es in Sachen Offshore um die Umsetzung in erste Hardware. Nur so kann Deutschland auch langfristig Technologieführer und Marktführer und Exportweltmeister bleiben." Als nächstes ist eine Verbesserung der Rahmenbedingungen für das Repowering erforderlich, wie von Union und SPD im Koalitionsvertrag angekündigt. BWE-Präsident Ahmels: "Moderne Anlagen holen aus der gleichen Fläche die dreifache Energie."

Archives

[31.12.06](#)[30.06.06](#)[31.12.05](#)[30.06.05](#)[31.12.04](#)[30.09.04](#)[30.06.04](#)[31.03.04](#)[31.12.03](#)[30.09.03](#)[30.06.03](#)[31.12.02](#)[30.06.02](#)[31.12.01](#)[30.06.01](#)[31.12.00](#)

Grundlagenarbeit

für eine Informationskampagne

**"Umwelt- und naturverträgliche
Windenergienutzung
in Deutschland (onshore)"**

- Analyseteil -

Grundlagenarbeit für eine Informationskampagne "Umwelt- und naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (onshore)" - Analyseteil -



Der Deutsche Naturschutzring ist der Dachverband von etwa 100 deutschen Natur- und Umweltschutzverbänden und repräsentiert über 5 Millionen Einzelmitglieder.

Projektleitung:

Günter Ratzbor

Bearbeitung:

Ulrich Brandt

Sylvia Butenschön

Günter Ratzbor

unter Mitarbeit von

Philipp von Tettau,

Kanzlei De Witt Müller-Wrede, Berlin (Kap. 4.2)

Prof. Dr. Klaus Traube (Kap. 1.1)

Ingenieurbüro für Umweltplanung

SCHMAL + RATZBOR

Im Bruche 10

31275 Lehrte-Aligse

Tel.: 05132-5889940

schmal-ratzbor@t-online.de

Lehrte, 1. März 2005

Gefördert vom Bundesumweltministerium und vom Umweltbundesamt

Förd.Nr. UBA / I 1.3, Kap. 1602 / Tit. 68504 / 90381-14/24

Die Förderer übernehmen keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen der Förderer übereinstimmen.

Inhalt

Vorwort	1
1 Windenergienutzung in Deutschland	
1.1 Umwelt- und energiepolitische Aspekte der Windenergie	3
1.1.1 Der energiepolitische Rahmen	3
1.1.2 Derzeitige energiewirtschaftliche Strukturen in Deutschland	4
1.1.3 Wege zu nachhaltiger Energienutzung	4
1.1.4 Regenerative Stromerzeugung, insbesondere Windkraft - Ausblick	7
1.1.5 Regenerative Stromerzeugung - Potentiale	8
1.2 Sachstand zum Ausbau der Windenergie	9
1.2.1 Politische Rahmenbedingungen	9
1.2.2 Bisherige und zukünftige Entwicklung in Deutschland	9
1.2.3 Anlagentechnik	12
1.2.3.1 Größe	12
1.2.3.2 Bauweise	13
1.2.3.3 Generator und Getriebe	13
1.2.3.4 Leistungsregelung	14
1.2.3.5 Luftfahrthinderniskennzeichnung und -befeuerung	15
1.2.4 Anordnung von Windenergieanlagen in Windparks	16
1.3 Planung und Zulassung von Windenergieanlagen (WEA)	17
1.3.1 Räumliche Steuerung/Abstimmung	17
1.3.1.1 Raumordnungsverfahren	17
1.3.1.2 Festlegungen im Regionalplan	18
1.3.1.3 Darstellungen im Flächennutzungsplan	18
1.3.1.4 Bauplanungsrechtliche Beurteilung	19
1.3.2 Genehmigungsverfahren	20
1.3.2.1 Baugenehmigungsverfahren	20
1.3.2.2 Genehmigungsverfahren nach Bundes-Immissionsschutzgesetz	20
1.4 Vorgaben der Bundesländer zur Standortsteuerung	22
1.4.1 Landesplanung und Raumordnung	23
1.4.2 Abstandsregelungen zum Schutz des Menschen	25
1.4.3 Abstandsregelungen zum Schutz der Natur	26
2 Auswirkungen von Windenergieanlagen auf den Menschen	
2.1 Geräuschemissionen	30
2.1.1 Sachstand	30
2.1.1.1 Grundsätzliches zum Geräuschverhalten von WEA	30
2.1.1.2 Ermittlung des Geräuschemissionsverhalten von WEA	31
2.1.1.3 Schallimmissionen im Umfeld von WEA	31
2.1.1.4 Emission von Infraschall von WEA	32
2.1.1.5 Wirkungen von Infraschall auf den Menschen	35

2.1.2	Bestehende Regelungen	36
2.1.3	Empfehlungen	37
2.2	Optische Effekte	38
2.2.1	Sachstand	38
2.2.1.1	Schatten	38
2.2.1.2	Reflexionen	41
2.2.1.3	Beleuchtung	41
2.2.2	Bestehende Regelungen	41
2.2.3	Empfehlungen	42
2.2.3.1	Empfehlungen für die Anlagentechnik	42
2.2.3.2	Empfehlungen für die Planung	42
2.3	Aerodynamische Effekte	43
2.3.1	Sachstand	43
2.3.2	Bestehende Regelungen	43
2.3.3	Empfehlungen	43
2.4	Unfallgefahr	44
2.4.1	Sachstand	44
2.4.1.1	Eiswurf	45
2.4.1.2	Herabfallende Teile bzw. Umsturz der WEA	47
2.4.1.3	Brände	49
2.4.2	Bestehende Regelungen	49
2.4.3	Empfehlungen	50
2.4.3.1	Empfehlungen für die Anlagentechnik	50
2.4.3.2	Empfehlungen für die Planung	50
3	Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Natur und Landschaft	
3.1	Landschaft	51
3.1.1	Sachstand	51
3.1.1.1	Aspekte der Landschaftsbildbeeinträchtigungen	51
3.1.1.2	Beurteilung der Landschaftsbildveränderung durch WEA	52
3.1.1.3	Beeinträchtigungszonen von WEA in Hinsicht auf das Landschaftsbild	53
3.1.2	Bestehende Regelungen	55
3.1.3	Empfehlungen	56
3.1.3.1	Empfehlungen für die Anlagentechnik	56
3.1.3.2	Empfehlungen für die Planung	57
3.2	Abiotische Naturgüter sowie Pflanzen und Biotope	58
3.2.1	Sachstand	58
3.2.2	Bestehende Regelungen	59
3.2.3	Empfehlungen	60
3.3	Vogelwelt	61
3.3.1	Sachstand	61
3.3.1.1	Spezifisches Verhalten im Hinblick auf mögliche Beeinträchtigungen	61
3.3.1.2	Aspekte der Beeinträchtigungen von Vögeln	62

3.3.1.3	Beurteilung der Beeinträchtigung von Vögeln durch WEA	63
3.3.2	Bestehende Regelungen	68
3.3.3	Empfehlungen	71
3.3.3.1	Empfehlungen für die Anlagentechnik	71
3.3.3.2	Empfehlungen für die Planung	71
3.4	Sonstige Tierwelt	72
3.4.1	Sachstand	72
3.4.1.1	Spezifisches Verhalten im Hinblick auf mögliche Beeinträchtigungen	72
3.4.1.2	Aspekte der Beeinträchtigungen der sonstigen Tierwelt	73
3.4.1.3	Beurteilung der Beeinträchtigungen der sonstigen Tierwelt	74
3.4.2	Bestehende Regelungen	77
3.4.3	Empfehlungen	77
3.4.3.1	Empfehlungen für die Anlagentechnik	77
3.4.3.2	Empfehlungen für die Planung	78
4	Rechtsprechung zum Thema Windenergienutzung	
4.1	Grundlagen zur Auswertung der aktuellen Rechtsprechung	79
4.2	Rechtsprechung zum Schutz des Menschen	82
4.3	Rechtsprechung zum Schutz von Natur und Landschaft	83
4.4	Weitergehende Hinweise	83
5	Zusammenfassung der Empfehlungen für die Planung	
5.1	Zum Schutz des Menschen	85
5.2	Zum Schutz von Natur und Landschaft	86
6	Literatur und Quellen	90
6.1	Zum Thema: Windenergie allgemein	90
6.2	Zum Thema: Auswirkungen auf den Menschen	94
6.3	Zum Thema: Landschaftsbild	97
6.4	Zum Thema: Vögel	100
6.5	Zum Thema: Sonstige Tiere	106
Anhang		
1	Vorgaben der Bundesländer zur Standortsteuerung	108

Vorwort

Als 1957 die erste moderne Windenergieanlage mit 100 kW Nennleistung (Hütter W34) errichtet wurde, ahnte wohl niemand, mit welcher rasanten Entwicklung die Nutzung der Windenergie in Deutschland erfolgen und wie diese Form der Energiegewinnung das gesellschaftliche Meinungsbild polarisieren würde.

Mit zunehmender Anzahl und Effizienz der Windenergieanlagen ist die installierte Leistung in den vergangenen 10 bis 15 Jahren immer stärker gestiegen. Prinzipiell ist dies aus Sicht eines der nachhaltigen Entwicklung verpflichteten Energiesystems eine positive Entwicklung. Dieses Energiesystem ist ein grundlegendes Element der Umwelt- und Nachhaltigkeitspolitik des Deutschen Naturschutzrings (DNR), der als Dachverband der deutschen Natur- und Umweltschutzverbände eine besondere Verantwortung für unsere Umwelt wahrzunehmen hat und über die langfristigen Folgen einer Klimaveränderung besorgt ist. Denn die weltweite Energieerzeugung entspricht derzeit nicht den Kriterien einer nachhaltigen Entwicklung, da überwiegend fossile Energieträger genutzt werden. Diese sind zum einen nur in begrenztem Maß vorhanden, zum anderen führt deren Nutzung zur Freisetzung enormer Mengen Kohlendioxid. Dieses Treibhausgas verändert die Atmosphäre und bewirkt eine globale Erwärmung mit weitreichenden schädlichen Folgen für den Menschen und die Umwelt.

Dem weltweiten Energie- und Klima-Problem kann durch Energieeinsparung, die effiziente Nutzung von Energie und den Ausbau der Erneuerbaren Energien als Mix aus Wind- und Wasserkraft, Solarenergie, Biomasse und Erdwärme begegnet werden. Im Rahmen dieses energiepolitischen Drei-Säulen-Modells des DNR ist die Windenergie ein wichtiger Baustein. Sie birgt im Gegensatz zur konventionellen Energieerzeugung keine elementaren Gefahren (wie beispielsweise Unfälle in Atomreaktoren, langfristige Risiken der atomaren Endlagerung, Klimaschädigung) für den Menschen und die Umwelt. Zudem ist die Windenergie neben der Biomassennutzung die zur Zeit effizienteste Methode, Ökostrom zu erzeugen. Dennoch ist natürlich eins klar: Selbst wenn die Energieproduktion so umweltverträglich wie möglich gestaltet wird, keine Energie ist zum ökologischen Nulltarif zu haben.

Demzufolge gibt es in der Bevölkerung teilweise eine abnehmende Akzeptanz gegenüber dem weiteren Ausbau dieses Energieträgers. Einerseits ist dies auf konkrete Beispiele zurückzuführen, von denen erhebliche und nicht vermeidbare Beeinträchtigungen ausgehen, andererseits werden allgemein Belastungen durch die Nutzung von Windenergie gesehen. Die Einschätzungen bzw. Beurteilungen dieser Auswirkungen durch die Bevölkerung gehen weit auseinander und prallen in öffentlichen Diskussionen oft unversöhnlich aufeinander.

Um die tatsächlichen Auswirkungen von WEA auf Mensch, Natur und Umwelt in der Öffentlichkeit darzustellen und fachbezogen zu beurteilen, führt der DNR, - gefördert vom Umweltbundesamt - eine Informationskampagne "Natur- und Umweltverträgliche Windenergienutzung" durch.

Die Informationskampagne verfolgt zwei Hauptziele:

- Die Umwelt- und Naturverträglichkeit der Windenergienutzung soll in Hinsicht auf eine umfassende Nachhaltigkeit verbessert werden. Hierzu wird in der Kampagne ausführlich erläutert, welchen Anforderungen die Nutzung der Windenergie in jedem Einzelfall genügen muss, um so weit als möglich umweltverträglich zu sein.

- Das Konfliktpotenzial in der öffentlichen Diskussion soll durch umfassende Information und Kommunikation verringert werden. Damit soll die Akzeptanz der Windenergienutzung in der Bevölkerung und bei den Entscheidungsträgern verbessert werden. Ein möglichst breiter gesellschaftlicher Konsens ist die Voraussetzung, um die Windenergie weiter auszubauen und damit ihren Anteil an der Gesamtenergieerzeugung erhöhen zu können. Fundierte Informationen über den ökologisch optimierten Einsatz der Windenergie sollen helfen, diffuse oder unbegründete Ängste abzubauen und unsachliche Argumente zu entkräften.

Eine im umfassenden Sinne nachhaltige Nutzung dieses Energieträgers wird vom DNR unterstützt und gefördert. Die Grundlage der Informationskampagne ist eine **Analyse** über den derzeitigen Stand der Windenergienutzung in Deutschland und die Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Mensch, Natur und Umwelt. Wirtschaftliche und volkswirtschaftliche Aspekte der Windenergienutzung gehören nicht zu den Umweltauswirkungen und sind daher nicht Gegenstand dieses Vorhabens. Um die Windenergie aber fundiert von allen Seiten betrachten zu können, wird empfohlen, zu diesem Aspekt weitere Expertise einzuholen.

Die wichtigsten Ergebnisse der Analyse werden hiermit in umfassender und übersichtlicher Form als fachliche Grundlage für eine konstruktive Diskussion vorgelegt. Nach Einschätzung des DNR ist es mit entsprechender Sorgfalt möglich, jede Windenergieanlage so zu planen, zu bauen und zu betreiben, dass schädliche Auswirkungen auf Mensch, Natur und Umwelt weitgehend vermieden werden. Damit ist ein Ausbau der Windenergie im Rahmen des energiepolitisch Notwendigen möglich und trotzdem können unsere bedeutenden Naturwerte bewahrt werden.

1 Windenergienutzung in Deutschland

Anfang 2005 drehten sich rund 16.500 Windräder in Deutschland mit einer Gesamtleistung von über 16.600 Megawatt. Damit wurden im Jahr 2004 etwa 25 Mrd. kWh Strom erzeugt, dies entspricht etwa 4,1 % des deutschen Bruttostromverbrauches. In Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern deckt Windstrom rechnerisch bereits über 30 Prozent des Strombedarfs. Damit ist die Nutzung der Windenergie kein unbedeutendes Randphänomen mehr, sondern ein bedeutendes Element der deutschen Energiewirtschaft.

1.1 Umwelt- und energiepolitische Aspekte zum Ausbau der Windenergie

1.1.1 Der energiepolitische Rahmen

Dem Energiewirtschaftsgesetz von 1998 zufolge gilt eine "möglichst sichere, preisgünstige und umweltverträgliche" Energieversorgung als Zweck der deutschen Energiepolitik. Interpretationen dieser lakonischen Formulierung können je nach betrachteter Zeitperspektive recht unterschiedlich ausfallen. In der längerfristigen Perspektive treten Klimawandel und Endlichkeit fossiler Energieträger in den Vordergrund. Der Klimawandel, die schwerwiegendste anthropogene Umweltbelastung, wird ganz überwiegend durch Treibhausgase (THG) hervorgerufen, die bei der Verbrennung fossiler Energieträger entstehen. Etwa 85% des deutschen wie auch des weltweiten Primärenergieverbrauchs werden durch fossile Energieträger gedeckt; gut 2/3 davon entfallen auf Erdöl und Erdgas, deren Förderung innerhalb weniger Jahrzehnte ihren Höhepunkt überschreiten dürfte.

Angesichts dieser Perspektiven ist die Umformung des bestehenden in ein nachhaltiges Energiesystem das grundlegendste Element der Umwelt- und Nachhaltigkeitspolitik. Diese Umformung ist in erster Linie die Aufgabe der Industrieländer, die ein Viertel der Weltbevölkerung beherbergen, aber pro Kopf der Bevölkerung durchschnittlich sechs mal mehr fossile Energie verbrauchen und Treibhausgase emittieren als die übrige Welt. Daher verpflichtet das 1997 entstandene Kyoto-Protokoll zunächst nur die Industriestaaten zur Reduktion ihrer Treibhausgas-Emissionen.

Die Reduktion der Treibhausgase bedeutet Reduktion des Verbrauchs an fossilen Energieträgern. Die Substitution des THG-intensivsten Energieträgers Kohle durch Erdgas und Erdöl kann – wegen deren absehbarer Verknappung – nur übergangsweise und in begrenztem Maß zur THG-Reduktion beitragen. Die Kernenergie kann wegen der inhärenten Gefahren und Begrenztheit der Uranvorkommen nicht als nachhaltige Energieressource angesehen werden; sie trägt auch nur knapp 3% zum weltweiten Energiebedarf bei¹. Daher ist eine nachhaltige Energienutzung letztlich nur über die Reduktion des Primärenergieverbrauchs (PEV) im Verein mit dem Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien erreichbar. PEV-Reduktionen werden durch effizientere Energienutzung (Effizienz) und sparsameren Energieverbrauch (Suffizienz) erzielt. So beruht eine nachhaltige Energienutzung auf Ausbau der erneuerbaren Energien, Effizienz und

¹ Im Jahr 2001 trug Kernenergie weltweit 17 % zur Erzeugung elektrischer Energie bei und elektrische Energie trug 16 % zur Deckung des gesamten Endenergiebedarfs bei (nach IEA Key World Energy Statistics 2003): Damit deckt die aus Kernenergie erzeugte elektrische Energie 2,7 % des weltweiten Endenergiebedarfs.

– in den Industrieländern – Suffizienz.

1.1.2 Derzeitige energiewirtschaftliche Strukturen in Deutschland

Energieeffizienz bedeutet einerseits effizientere Nutzung bei den Endverbrauchern, andererseits effizientere Umwandlung von Primärenergie in Endenergie durch die Energiewirtschaft. Bei der Umwandlung in die (an die Endverbraucher gelieferte) Endenergie gehen in Deutschland 28 % des Primärenergieeinsatzes verloren². Diese Verluste entstehen ganz überwiegend bei der Stromerzeugung. Nur rund ein Drittel der in den thermischen Kraftwerken eingesetzten Energie kommt als elektrische Energie bei den Endverbrauchern an. Die Stromerzeugung trägt 19 % zum deutschen Endenergieaufkommen bei, wegen der hohen Verluste aber 38 % zum Primärenergieverbrauch und auch zu den energiebedingten THG- Emissionen³. Die hohen Verluste bei der Stromerzeugung können bei Ersatz alter durch effizientere neue Kraftwerke, insbesondere aber durch den Einsatz der noch erheblich effizienteren Kraft-Wärme-Kopplung verringert werden. Die Nutzung erneuerbarer Energie wirkt sich im Fall der Stromerzeugung besonders effizient auf die Reduktion von Primärenergieverbrauch und THG- Emissionen aus.

Mittelfristig liegt in Deutschland das bedeutendste Potential für die Reduzierung des Energiebedarfs und der Treibhausgas-Emissionen im Bereich der Energienachfrage durch die Endverbraucher. Dieser Endenergieverbrauch (EEV) setzt sich derzeit im wesentlichen zusammen aus den Endenergieträgern Kraftstoffe (29 %), Erdgas (25 %), Strom (19 %) und Heizöl (14 %). Er verteilt sich auf die Sektoren Verkehr (29 %), Haushalte (29 %), Industrie (25 %), sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (17 %) ⁴ und blieb während des vergangenen Jahrzehnts nahezu konstant.

Unter dem Aspekt der Energieanwendung sind Raumheizung/Warmwasser (Hz/WW), Kraftfahrzeuge und Stromanwendungen die bedeutendsten Sektoren. Ihre Anteile am Endenergieverbrauch sind derzeit: Hz/WW 38 %, Kraftfahrzeuge 25 %, Stromanwendungen 19 %; dabei deckt Strom auch 9 % des Energiebedarfs für Hzg/WW.⁵ Infolge vergleichsweise geringer Umwandlungsverluste für die eingesetzten Endenergieträger beanspruchen Hzg/WW nur etwa 25 % und Kraftfahrzeuge nur etwa 17 % des Primärenergieverbrauchs, Strom dagegen 38 %.

1.1.3 Wege zu nachhaltiger Energienutzung

Die Definition der Brundtland-Kommission (1987) für Nachhaltigkeit, die von der Rio-Konferenz 1992 aufgegriffen wurde und seitdem international gebräuchlich ist, lautet: "Nachhaltigkeit befriedigt die Bedürfnisse der heutigen Generationen ohne die Fähigkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihre eigenen Lebensstile zu

² Physikalisch geht diese Energie nicht verloren, sondern wird nutzlos als Wärme an die Umgebung abgegeben; energiewirtschaftlich wird dies aber als Energieverlust bezeichnet.

³ Die Übereinstimmung der Anteile an Primärenergie und THG beruht auf zwei gegenläufigen Effekten: der Strom aus Kernenergie und erneuerbaren Energien (36 % im Jahr 2003) verursacht keine (direkten) THG- Emissionen , der Anteil der Braun- und Steinkohle (51 % in 2003) dagegen besonders hohe.

⁴ Alle Angaben für 2002 nach Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 8/03.

⁵ Angaben aus VDEW Materialien, Endenergieverbrauch in Deutschland 2002, für Kraftfahrzeuge (Straßenverkehr) Angabe Verbrauch in 2001 nach BMV/DIW, Verkehr in Zahlen 2002/2003.

wählen". Dieses Leitbild dient als Orientierungshilfe bei der Erkundung von Wegen zu einer nachhaltigen Energienutzung.

Solche Erkundungen wurden in Deutschland v. a. von vier sukzessiven Enquete-Kommissionen des Bundestags unternommen. Sie haben jeweils mit Hilfe eines erheblichen Aufgebots an wissenschaftlichem Sachverstand quantitative Energieszenarien entwickelt, in denen die Potentiale von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien im Kontext glaubhafter wirtschaftlicher Entwicklung und gesellschaftlicher Akzeptabilität in zeitlicher Abfolge beschrieben werden. Die Ergebnisse und Empfehlungen dieser Bundestags-Kommissionen haben die deutsche Energiepolitik erheblich beeinflusst.

Der Bericht der ersten dieser Kommissionen von 1980 war bahnbrechend, weil er an Stelle der gewohnten "Prognosen" vier "Energiepfade" beschrieb, die mögliche Entwicklungen bis zum Jahr 2030 (Zeitraum 50 Jahre) darstellten.⁶ Die Spannweite dieser Pfade reicht von Erhöhungen des Primärenergieverbrauchs (PEV) von 1980 bis 2030 um gut 100% (Pfad 1) bis zur Erniedrigung des PEV um 20% bis 2030 (Pfad 4).

Die Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des 11. Bundestages veröffentlichte 1990 Szenarien, aufgrund derer sie als politische Zielsetzung empfahl, die CO₂-Emissionen gegen über 1987 bis 2005 um 30%, bis 2020 um 50% und bis 2050 um 80% zu reduzieren.⁷ Die zunächst auf die alte Bundesrepublik bezogene Empfehlung 30% bis 2005 wurde dann in gemilderter Form - als Zielsetzung 25 % CO₂-Minderung bis 2005 (bezogen auf 1990) für **ganz** Deutschland - von der Bundesregierung übernommen, im Jahr 2003 allerdings aufgegeben⁸. Das Ziel 80 % bis 2050 hat sich als Richtwert für nachhaltige Energiepolitik etabliert.

Dieses Ziel wurde auch von der Energie-Enquete-Kommission des 14. Bundestages übernommen und als machbar untermauert durch detaillierte Energieszenarien für den Zeitraum bis 2050.⁹ Es handelt sich um Szenarien, die auf drei unterschiedlichen Ansätzen beruhen und nach Vorgaben der Kommission von zwei Instituten mit konträren energiepolitischen Positionen (Wuppertal-Institut und IER Stuttgart) erarbeitet wurden. Ein Ansatz geht von einem starken Ausbau der Atomenergie aus (mindestens 50 neue AKW bis 2050), ein zweiter von einem hohen Anteil fossiler Energieträger mit CO₂-Abscheidung und (freilich ungesicherter) -Lagerung; im dritten, "nachhaltigen" Ansatz dominieren Energieeffizienz und regenerative Energien.

Das vom Wuppertal-Institut unter diesem "nachhaltigen" Ansatz für die Enquete-Kommission entwickelte Szenario (RRO-WI) ist nahezu identisch mit einem etwa zeitgleich im Auftrag des Umweltbundesamt von Wuppertal-Institut und DLR entwickelten, im Juni 2002 vorgelegten

⁶ Deutscher Bundestag: Zukünftige Kernenergiepolitik, Kriterien-Möglichkeiten-Empfehlungen. Bericht der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages, 1990.

⁷ Deutscher Bundestag, Dritter Bericht der Enquete-Kommission des 11. Deutschen Bundestages "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre". Bonn 1990.

⁸ Statt dessen gilt nur noch die im Hinblick auf das Kyoto-Protokoll im EG-Rahmen für Deutschland vereinbarte Zielsetzung, die THG-Emissionen gegenüber 1990 im Durchschnitt der Jahre 2008 –2012 um 21% zu reduzieren.

⁹ Deutscher Bundestag, Drucksache 14/9400, 7.7.2002: Endbericht der Enquete-Kommission "Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und Liberalisierung".

"Langfristszenario nachhaltige Energienutzung".¹⁰ Die Zielsetzung ist in beiden Fällen 80 % CO₂-Reduktion im Jahr 2050 gegenüber 1990. Die Energieeffizienz im Bereich der Endverbraucher ist gekennzeichnet durch die folgende Gegenüberstellung des sektoralen Endenergieverbrauchs (EEV) im Jahr 2050 und im Basisjahr 1998 (Tab. 1, Angaben in PJ/a).

Tabelle 1: Sektoraler Endenergieverbrauch 2050 gegenüber dem Basisjahr 1998 in PJ/a

	1998	2050	% von 1998
Industrie	2397	1732	72 %
Verkehr	2692	1122	42 %
Haushalte	2779	1352	49 %
GHD	1576	950	60 %
Summe EEV	9444	5156	55 %

Ausgangspunkt zur Ermittlung dieser EEV- Reduktionen (im Mittel 45%) sind Annahmen über den Anstieg im Jahr 2050 gegenüber 2000 von: BIP um 97 %, Wohnfläche um 20 %, Personenverkehrsleistung um 6 %. Der Endenergieverbrauch fällt dabei nahezu linear mit der Zeit.

Den darauf aufbauenden Verlauf des Primärenergieverbrauchs (PEV) zeigt die nachfolgende Abbildung 1 aus dem UBA-Szenario "Nachhaltigkeit". Gegenüber dem Basisjahr 1998 fällt die Reduktion des PEV im Jahr 2050 mit 54 % noch höher aus als die des EEV (45 %), weil die Verluste bei der Stromerzeugung größtenteils wegfallen wegen rationellerer Erzeugung auf fossiler Basis und eines hohen Anteils an regenerativer Erzeugung. Die Nutzung der Kernenergie wird gemäß dem Atomgesetz vom April 2002 bald nach 2020 beendet. Der Einsatz fossiler Energie verringert sich bis 2050 auf 30% gegenüber 1998, wobei aber die emissionsintensive Kohle nur noch in geringem Maß (zur Stahlerzeugung) eingesetzt wird. Fossile Energien decken 64 %, erneuerbare Energien 36 %¹¹ des PEV im Jahr 2050. Die Erneuerbare Energien werden v.a. zur Stromerzeugung genutzt.

Der Strombedarf der Endverbraucher verringert sich bis 2050 nur um etwa 25 %, zusätzlich wird Strom in Höhe von 10 % des heutigen Verbrauchs zur Herstellung von Wasserstoff für den Verkehr erzeugt. Knapp 40 % des gesamten Stromaufkommens wird noch fossil erzeugt, ganz überwiegend in Kraft-Wärme-Kopplung, gut 60 % wird durch erneuerbare Energien gedeckt. Von diesen gut 60 % entfällt ein Drittel - über 100 TWh/a - auf Windkraft, gut ein Viertel auf importierten Solar- und Wasserkraftstrom, der Rest zu etwa gleichen Teilen (je ca. 10 %) auf Strom aus Laufwasser, Biomasse, Geothermie und Photovoltaik.

¹⁰ Umweltbundesamt (Hrsg): Langfristszenarien für eine nachhaltige Energienutzung in Deutschland. Berlin, Juni 2002.

¹¹ Dabei wird die kWh Strom aus Wind- und Wasserkraft sowie Photovoltaik gemäß internationaler Konvention als 1 kWh Primärenergie berechnet (Wirkungsgradmethode). Würde diese kWh ,wie bei Atomstrom üblich, primärenergetisch nach der Substitutionsmethode bewertet, so ergäbe sich ein nennenswert höherer Anteil der erneuerbaren Energien.

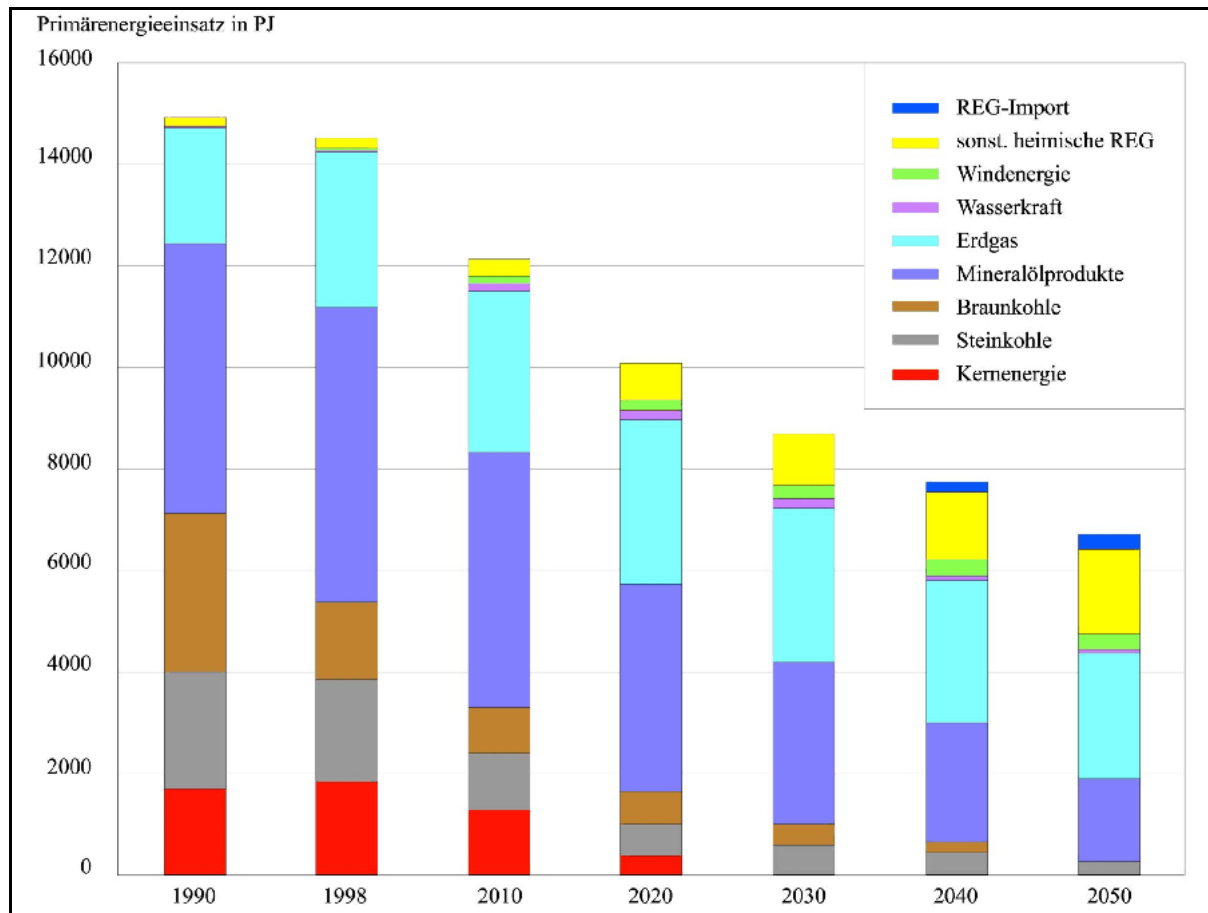


Abbildung 1: Veränderung der Primärenergienachfrage und seiner Struktur im Nachhaltigkeits-szenario.

(Quelle: Umweltbundesamt 2002: Langfristszenarien für eine nachhaltige Energienutzung in Deutschland - Kurzfassung, S. 71)

1.1.4 Regenerative Stromerzeugung, insbesondere Windkraft - Ausblick

Dieses Szenario "Nachhaltigkeit" hat die Funktion, einen konsistenten, sorgfältig fundierten und plausiblen Weg zu beschreiben zur Erreichung des Ziels, bei auslaufender Nutzung der Kernenergie die deutschen THG-Emissionen bis 2050 gegenüber 1990 um 80% zu reduzieren. Selbstredend handelt es sich nicht um eine Prognose, zumal die Zielsetzung nicht vom gesamten politischen Spektrum getragen wird. Aber wie schon der Rückblick zeigte, können Szenarioergebnisse reale Folgen zeitigen, wenn sie zur Orientierung für energiepolitische Zielsetzungen herangezogen werden und die Politik daraufhin entsprechende Rahmenbedingungen schafft. Das ist hier zwar nicht hinsichtlich aller Aspekte des Szenarios der Fall, wohl aber hinsichtlich der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, insbesondere aus Windkraft.

Das vom Bundestag am 1.4.2004 verabschiedete Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) setzt das Ziel, den Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromversorgung bis zum Jahr 2010 auf mindestens 12,5 % und bis 2020 auf mindestens 20 % zu erhöhen. Das Ziel für 2010 entspricht auch

einer Verpflichtung gegenüber der EU.¹² Diese Ziele liegen nicht weit unter denen des Szenarios Nachhaltigkeit.¹³ Es sind ehrgeizige Ziele, wenn man bedenkt, dass der Anteil der traditionellen Wasserkraft um 4 % schwankt und die hinzu kommenden "neuen erneuerbaren Energien" erst im Jahr 1996 einen Anteil von 0,5 % an der Stromerzeugung erreichten. Der nahm dann allerdings schnell zu auf rd. 4 % im Jahr 2003, wovon 3,1 % auf Windkraft und der Rest überwiegend auf Biomasse entfiel.

Diese schnelle Zunahme ist den durch das EEG geschaffenen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen geschuldet. Die durch das bisherige EEG eingeleitete und mit seiner jüngsten Novellierung stabilisierte Dynamik macht es wahrscheinlich, dass die Zielsetzung 12,5 % im Jahr 2010 erreicht wird und die Zielsetzung 20 % in 2020 erreicht werden kann. Die in diesem Zeitrahmen dominierende Windkraft wird dabei in zunehmend Maß offshore erzeugt werden.

1.1.5 Regenerative Stromerzeugung - Potentiale

Die vorgenannten Ziele sind auch tatsächlich erreichbar. So kommt ein Forschungsvorhaben des Bundesumweltministerium¹⁴ zu dem Schluss, dass die Nutzungspotentiale erneuerbarer Energien auch bei Anlegung strenger Kriterien an den Umwelt- und Naturschutz beträchtlich sind. In einem Betrachtungszeitraum bis 2050 berechnet ist eine Kombinationsstrategie mit Effizienzsteigerung in allen Sektoren und dem Ausbau der erneuerbaren Energie auch die kostengünstigste Lösung.

Ein besonderes Kennzeichen erneuerbarer Energien stellt die Vielfalt der einsetzbaren Energiequellen und -techniken und der enorm variable Leistungsbereich dar. Sie können an jegliche Art der erforderlichen Energiedienstleistungen angepasst und auch in enger Verzahnung mit modernen Techniken zur Nutzung fossiler Energieträger eingesetzt werden. Bei zunehmender Vernetzung auf dezentraler Ebene ("virtuelle" Kraftwerke, Nahwärmeversorgung) und großräumigen interkontinentalen Netzverbänden kann die notwendige Versorgungssicherheit gewährleistet werden, obwohl erneuerbare Energien zum Teil ein fluktuierendes Energieangebot aufweisen (z.B. Windenergie, Photovoltaik). Jedoch können andere erneuerbare Energien ebenso flexibel eingesetzt werden wie fossile Energieträger (z. B. Geothermie, Biomasse). Eine größere flächenmäßige Verbreitung schafft einen Ausgleichseffekt aufgrund der verschiedenartigen meteorologischen Bedingungen. Zudem können die erneuerbaren Energien durch moderne Informations- und Kommunikationstechnologien besser in das Last- und Erzeugungsmanagement eingebunden werden. Nicht zuletzt kann der ab 2010 einsetzende Erneuerungsbedarf für große thermische Großkraftwerke genutzt werden, ein stärker auf die Bedürfnisse der erneuerbaren Energien angepasste Kraftwerksstruktur zu entwickeln.

Die Ergebnisse der Studie zeigen deutlich, dass erneuerbare Energien immer im Gesamtzusammenhang einer nachhaltigen Energiepolitik zu sehen sind. Weder sind bestimmte erneuerbare Energieträger oder -technologien verzichtbar noch können sie durch andere substituiert werden.

¹² Im Rahmen der EU- Richtlinie 2001/77/EG vom 27.9.2001 zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequelle werden die Mitgliedsstaaten auf nationale Richtziele für den Anteil der erneuerbaren am Stromaufkommen im Jahr 2010 verpflichtet.

¹³ Das Szenario sieht Anteile der erneuerbaren an der Stromerzeugung von etwa 15% in 2010 und etwa 25% in 2020 vor.

¹⁴ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) 2004: Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland.

Vielmehr sind alle Formen der erneuerbaren Energie gemäß ihrer Potentiale umwelt- und naturverträglich auszubauen.

Diese Potentiale sind beträchtlich. So ließe sich beispielsweise der heutige Stromertrag aus Windenergie an Land von gegenwärtig etwa 18,5 TWh/a auf etwa 55 TWh/a nahezu verdreifachen, selbst wenn strenge Anforderungen des Natur- und Landschaftsschutzes berücksichtigt werden. Auf See könnten weitere 110 TWh/a aus Windenergie unter den gleichen Voraussetzungen erzeugt werden. Insgesamt ist das in Deutschland zur Verfügung stehende Potential aller erneuerbarer Energien ausreichend, um 55 % des heutigen Energiebedarfs zu decken. Das Potenzial wird durch naturschutzfachlichen Anforderungen nur unwesentlich eingeschränkt. Es verringert sich um etwa 5 % auf 50 % des heutigen Bedarfs. Dieses erhebliche Potential gewinnt durch zukünftige Maßnahmen zur effizienteren Energienutzung und sparsameren Energieverbrauch weiter an Bedeutung.

1.2 Sachstand zum Ausbau der Windenergie

1.2.1 Politische Rahmenbedingungen

Wichtigstes Instrument zur Förderung erneuerbarer Energien im Strommarkt ist das "Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien (Erneuerbarer-Energien-Gesetz - EEG)" vom 29.03.2000. Das EEG, ein Nachfolgegesetz des Stromeinspeisungsgesetzes von 1990, regelt die Abnahme und Vergütung von Strom durch die Elektrizitätsversorgungsunternehmen, die Netze für die allgemeine Versorgung betreiben. Die Netzbetreiber werden dadurch verpflichtet, Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien an ihr Netz anzuschließen, den Strom abzunehmen und nach festgelegten Preisen zu vergüten. In dem am 17.12.2003 vom Kabinett verabschiedeten Entwurf zur Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, der nach den Lesungen im Bundestag und Bundesrat am 01.08. 2004 als Gesetz in Kraft getreten ist, wird die Vergütung neu geregelt. Angepasst an die fortgeschrittene Technikentwicklung wird der Vergütungssatz gesenkt. Eine gewisse räumliche Steuerung soll dadurch erfolgen, dass zukünftig neu errichtete Anlagen an windschwachen Standorten (unterhalb von 60 % des Referenzertrages) keinen Vergütungsanspruch haben.

1.2.2 Bisherige und zukünftige Entwicklung in Deutschland

In Deutschland waren Ende 2003 insgesamt 15.387 WEA mit einer installierten Leistung von 14.609 MW in Betrieb.¹⁵ Die Anzahl der errichteten WEA hat sich seit 1990 kontinuierlich erhöht (Abb. 2).

Die Nennleistung ist in gleichem Maße kontinuierlich gestiegen. Von den vorhandenen Anlagen gehören derzeit die meisten (über 5.700 Stück) in die Leistungsklasse zwischen 310 und 750 MW, am zweithäufigsten sind allerdings schon die "großen", derzeit aktuellen Anlagentypen der Größenklasse über 1,5 MW (vgl. Abb. 3). Den größten Anteil am potentiellen Jahresenergieertrag hat diese Gruppe der neuen Anlagen. Die Berechnung dieses Ertrages erfolgt auf der Basis mittlerer Ausnutzungsgrade vom Jahr 2000, die für WEA verschiedener Leistungsklassen an unterschiedlichen Standorten ermittelt wurden.

¹⁵ <http://www.bmu.de/de/1024/js/sachthemen/erneuerbar/windenergiedaten02/>

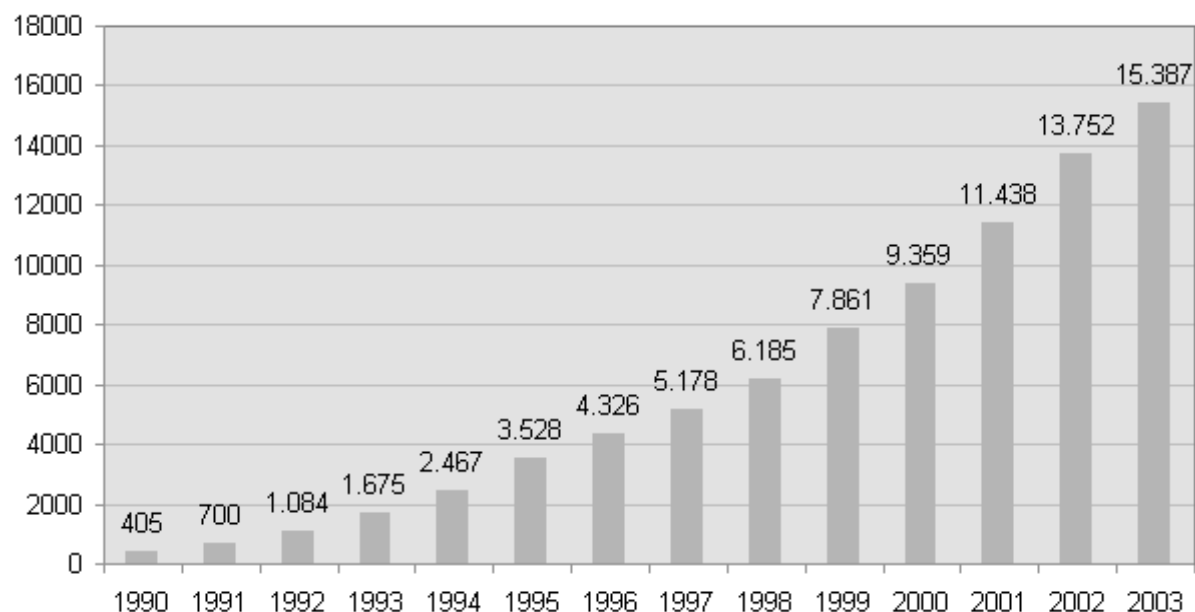


Abbildung 2: Anzahl der Windenergieanlagen in Deutschland (kumuliert) im Zeitraum 1990 bis 2003.

(Quelle: <http://www.bmu.de/de/1024/js/sachthemen/erneuerbar/windenergie/daten03>; 19.07.2004)

Anlagengröße Unit Size	WEA WT	%	MW	%	GWh	%
5-80 kW	744	5,2	43,0	0,3	53	0,2
80,1 - 130 kW	620	4,3	94,2	0,7	153	0,6
130,1 - 310 kW	850	6,0	224,8	1,8	424	1,7
310,1 - 749,9 kW	5.748	40,2	3.274,2	25,5	5.887	23,7
750,0 - 1499,9 kW	2.209	15,5	2.444,4	19,1	4.192	16,9
1500,0 - 3100 kW	4.111	28,8	6.743,1	52,6	14.111	56,8
Über/above 3100 kW	1	0,0	4,5	0,0	11	0,0

Abbildung 3: Anteil von WEA unterschiedlicher Leistungsklassen am potentiellen Jahresenergieertrag.

(Quelle: Ender 2003, S. 7)

Innerhalb Deutschlands ist die Nutzung der Windenergie naturgemäß sehr unterschiedlich. Abbildung 4 zeigt die Mengen von installierten WEA und elektrischer Leistung im Ländervergleich.

Sowohl hinsichtlich der Anzahl der errichteten WEA wie auch hinsichtlich der gesamten installierten Leistung liegt Niedersachsen deutschlandweit an der Spitze. Schleswig-Holstein und Nordrhein-Westfalen folgen auf Platz zwei und drei, dahinter liegen Brandenburg und Sachsen-Anhalt. Erst an sechster Stelle folgt das dritte Küstenland Deutschlands, Mecklenburg-Vorpommern. In den südlichen Bundesländern ist die Windenergienutzung deutlich geringer. Gerade in den beiden großen Flächenstaaten Bayern und Baden-Württemberg sind jeweils nur gut 200 WEA installiert, zusammen weniger als z. B. in Hessen oder Sachsen.

Die installierte Windleistung an Land kann in Zukunft noch weiter ausgebaut werden. Schon jetzt hat die Phase der Erneuerung bzw. des Ersatzes älterer, kleiner WEA durch modernere, leistungsfähigere WEA (sog. Repowering) begonnen, die sich weiter fortsetzen wird. Während vor 15 Jahren WEA der 100 kW-Klasse den Stand der Technik repräsentierten, sind es heute Anlagen mit 1,5 MW und mehr. Bei Einzelaufstellung am gleichen Standort kann durch einen

Austausch solcher Anlagen über 15 mal so viel Strom pro Jahr erzeugt werden.¹⁶ Tatsächlich werden allerdings meist mehrere kleine Anlagen durch weniger große ersetzt, so dass beim Repowering von Windparks nicht unbedingt die 15fache Leistung erreicht wird.

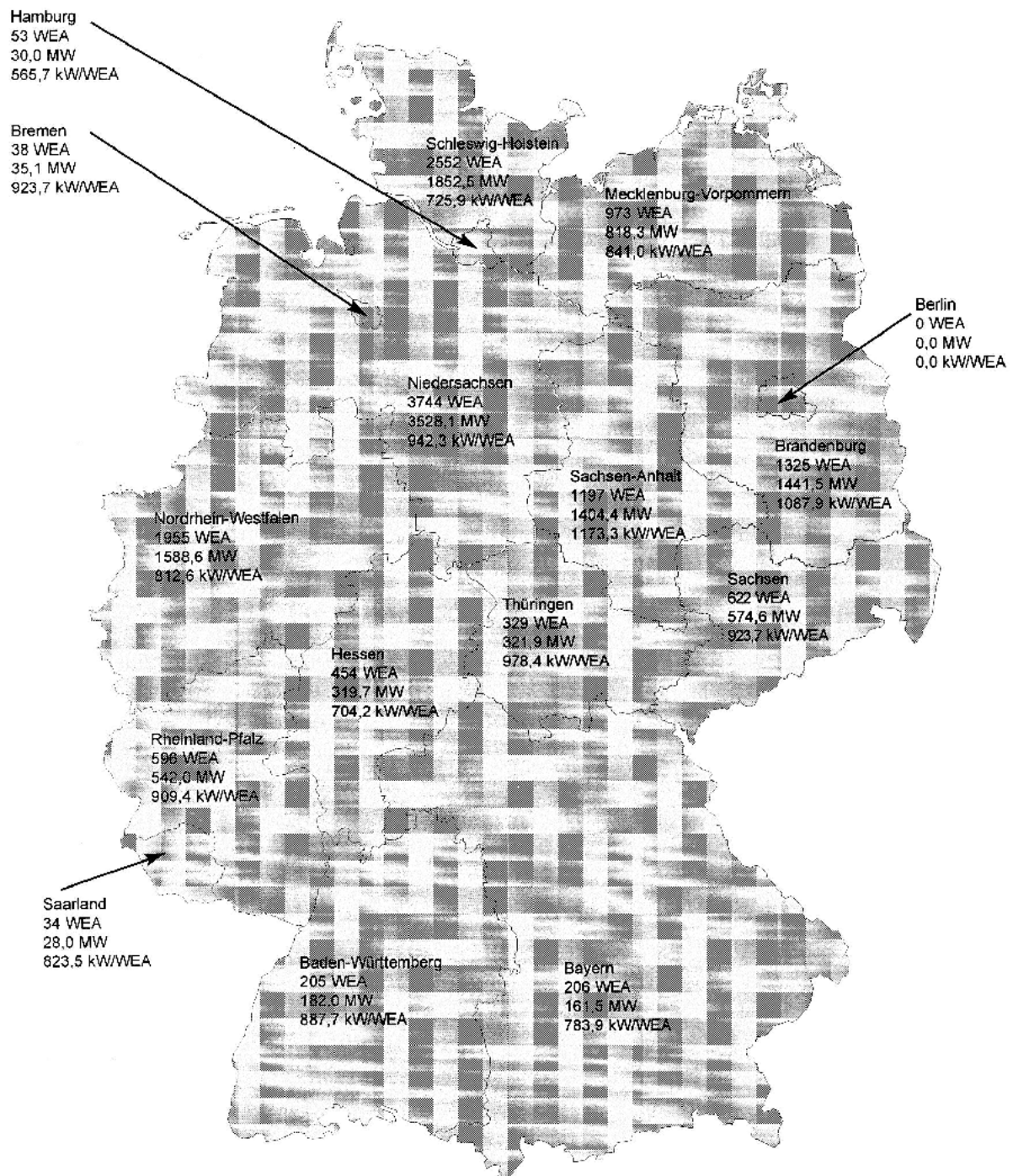


Abbildung 4: Regionale Verteilung der Windenergienutzung in Deutschland.

(Quelle: Ender 2003, S. 10)

Zusätzlich ist für die Zukunft ein Ausbau der Windenergienutzung auf See vorgesehen. Dazu hat die Bundesregierung Anfang 2002 eine Strategie zur Nutzung der Windenergie auf See vor-

¹⁶ BMU 2003, S. 34.

gelegt, die potentielle Eignungsgebiete für Windparks in der Nord- und Ostsee festlegt.¹⁷ Aus heutiger Sicht können danach auf den voraussichtlich verfügbaren Flächen mittelfristig (bis etwa 2010) etwa 2000 bis 3000 MW Leistung erricht werden, langfristig (bis etwa 2030) werden sogar etwa 20.000 bis 25.000 MW installierter Leistung für möglich gehalten. Insgesamt könnte damit die Windkraft auf Land und auf See in ca. 25 Jahren einen Anteil von 25 % an der gesamten Stromerzeugung erreichen.

1.2.3 Anlagentechnik

1.2.3.1 Größe

Derzeit ist als Stand der Serien-Technik die Herstellung und Errichtung von WEA mit einer elektrischen Leistung in der Größenordnung von 1 bis 2 MW und einer Nabenhöhe zwischen 60 und 100 m Höhe anzusehen. Die Rotordurchmesser dieser Anlagen messen bis etwa 80 m, so dass Gesamthöhen bis 140 Metern erreicht werden. Erste Vorserienmodelle (Prototypen) mit einer Nennleistung von bis zu 5 MW und einer Höhe von ca. 190 m werden zur Zeit errichtet. Im Offshore-Bereich sind Windturbinen zwischen 3 und 5 MW und deutlich über 100 m Rotordurchmesser vorgesehen.

Abbildung 5 zeigt die Größenentwicklung der installierten WEA seit den 80er Jahre anhand des Rotordurchmessers und der Nennleistung als Größenkriterium.

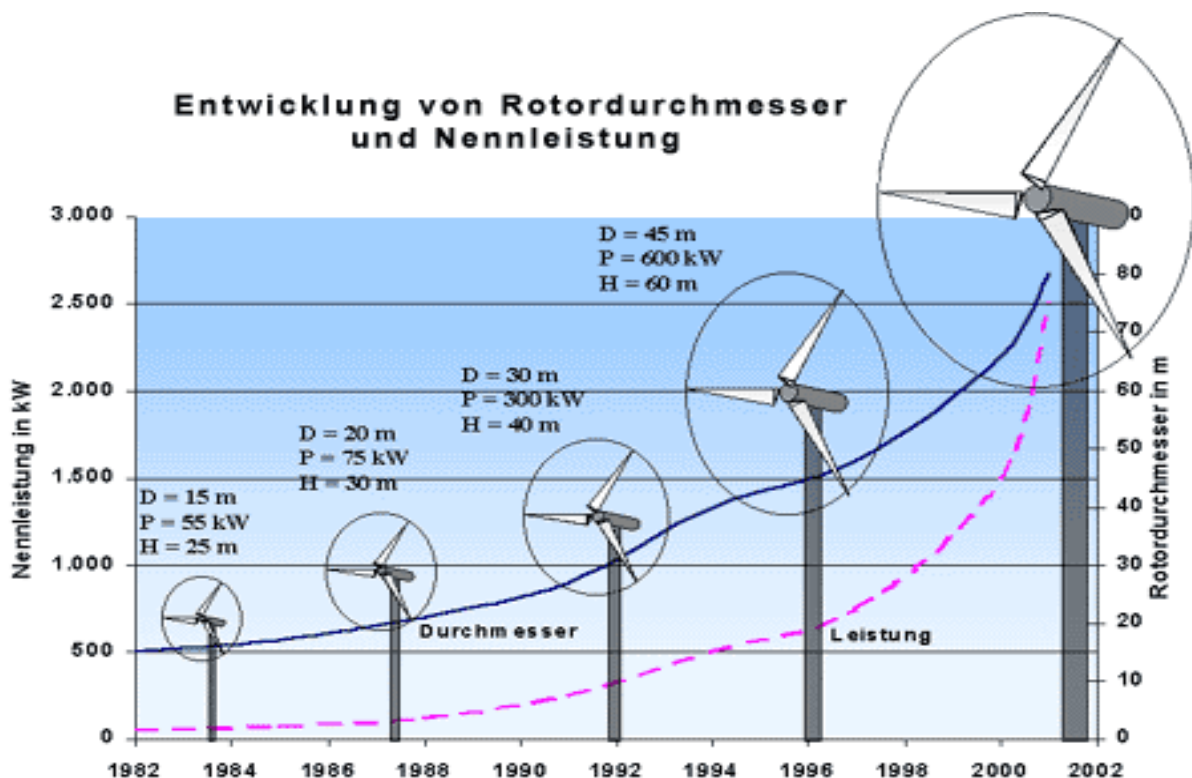


Abbildung 5: Größenentwicklung der installierten WEA in den letzten 20 Jahren

(Quelle: Bundesverband Windenergie, www.wind-energie.de/informationen/informationen.htm)

Mit dem Rotordurchmesser hängt die Gesamthöhe der Anlagen zusammen, die von etwa 30 m bis 40 m hohen Anlagen um 1990 bis heute um mehr als das Doppelte gestiegen ist. Diese Ent-

¹⁷ BMU 2002a.

wicklung in die Höhe erfolgt vor allem deshalb, weil mit dem Abstand von der Erdoberfläche die Windströmung stärker und gleichmäßiger wird, da die Rauigkeit mit der Höhe abnimmt. Zudem können größere Rotordurchmesser realisiert werden, wodurch die potentielle Leistung der WEA deutlich steigt.

1.2.3.2 Bauweise

Eine WEA besteht aus einem Stahlbetonfundament in Flach- oder Pfahlgründung, einem Turm, einem Turmkopf und einem Rotor mit i. d. R. drei Rotorblättern. Das Fundament bedeckt etwa eine Fläche von 400 bis 750 m². Bei den Türmen von WEA handelt es sich gegenwärtig überwiegend (in mehr als 80 % der Fälle) um Stahlmantelkonstruktionen in 2 bis 4 Sektionen. Für Türme von 100 m und höher werden auch Betonkonstruktionen in Gleitschaltechnik und Betonfertigteilen verwendet. Bei der Gleitschaltechnik entfällt der aufwändige Transport der fertigen Turmsegmente zum Aufstellungsort. Der Anteil von Betontürmen liegt allerdings nur bei einigen Prozent, jedoch mit steigender Tendenz. Mit einem Anteil von etwa 5 % halten sich Stahlgitterkonstruktionen, die ebenfalls den Vorteil haben, dass sie vor Ort errichtet werden können. Der Turmkopf ist je nach Hersteller unterschiedlich - von oval-eiförmig bis kastenförmig - geformt. Die Rotorblätter, die eine charakteristische aerodynamische Form aufweisen, werden überwiegend auf Epoxydharzbasis gefertigt.

Turm, Turmkopf und Rotorblätter sind zumeist einheitlich weiß gestrichen, wobei gedeckte Farben verwendet werden, um Reflexionen auf der Oberfläche der Anlage zu minimieren. In einer herstellerspezifischen Ausführung wird der untere Bereich des Turmes in Streifen von nach oben heller werdenden Grüntönen gestrichen, um damit die Auffälligkeit eines weißen Turmes vor einer überwiegend grün dominierten Landschaft zu vermindern.

1.2.3.3 Generator und Getriebe

Hinsichtlich des Generators gibt es zwei grundlegende Konstruktionskonzepte, die zur Anwendung kommen, die Synchronmaschinen und die Asynchronmaschinen.

Die überwiegende Zahl der bestehenden WEA arbeitet mit einem Asynchrongenerator mit 2 starren Drehzahlen. Dieser Generator hat die Vorteile eines relativ einfachen regeltechnischen Aufbaus und die Möglichkeit der direkten Netzkopplung ohne zwischengeschaltete Leistungselektronik. Er ist aber bezüglich der Netzanpassung relativ unflexibel und erlaubt keine kontinuierliche Drehzahlregelung des Rotors. Eine Variante dieses Prinzips, der doppelt-gespeiste Asynchrongenerator erlaubt dagegen eine Drehzahlsteuerung über einen weiten Bereich. Seit Mitte der 90er Jahre wird dieses Prinzip von einer wachsenden Zahl von Herstellern und bei einer wachsenden Zahl von Anlagentypen angewendet, so dass heute knapp die Hälfte der neuen Anlagen mit diesem Prinzip betrieben werden. Nur wenige Anlagentypen sind mit einem Synchrongenerator ausgerüstet, der den Vorteil bietet, die Drehzahl des Rotors fast beliebig den Erfordernissen anpassen zu können. Bei den Anlagen mit variablen Drehzahlen muss die elektrische Energie über ein Wechselrichtersystem in das Netz eingespeist werden. Im Inselbetrieb ist der Synchrongenerator in der Lage, ein eigenes elektrisches Netz aufzubauen und zu stabilisieren.

WEA können mit oder ohne Getriebe konstruiert werden. Trotz der offensichtlichen Lebensdauerschwierigkeiten dieses hoch beanspruchten Bauteils dominieren die Getriebeanlagen mit etwa 94 % der angebotenen WEA-Typen den Markt. Bei der Anzahl der installierten Anlagen haben die getriebelosen allerdings einen Anteil von mehr als 30 % in Deutschland, was mit der Marktdominanz eines Herstellers getriebeloser WEA zusammenhängt. Eine kurzfristige Änderung dieses Standes ist nicht zu erwarten, da ein Konzeptwechsel hohe Anforderungen aufwirft. Der für das getriebelose Anlagenkonzept erforderliche, langsam laufende Generator hoher

Polpaarzahl ist nicht als Standardkomponente auf dem Markt verfügbar, so dass ein Eigenbau durch die Herstellerfirma notwendig wäre. Dies würde sich erst bei zu erwartenden hohen Verkaufszahlen rentieren.

Bei den Getriebeanlagen befinden sich im Maschinenkopf je nach Anlagengröße bis zu 200 Litern Getriebeöl. Bei allen typengeprüften Anlagen ist eine Ölauffangwanne entweder im Kopf oder im Turmfuß installiert, die die Gesamtmenge an Öl aufnehmen kann, falls es zu einem Auslaufen des Getriebeöls kommen sollte.

Durch die Anpassung der Drehzahl an die Rotor-aerodynamik kann der Punkt des höchsten Wirkungsgrades über einen großen Bereich der Windgeschwindigkeit eingehalten werden. Die Entwicklung der Drehzahlvariabilität läuft in etwa synchron mit der Generatorentwicklung, da das Generatorkonzept ausschlaggebend für die Realisierung der Drehzahlvariabilität ist. In den letzten Jahren ist eine deutliche Zunahme der Anlagen mit variabler Drehzahl zu verzeichnen gewesen.

1.2.3.4 Leistungsregelung

WEA schalten bei einer Mindestwindgeschwindigkeit ein, die etwa im Bereich von 2-4,5 m/s liegt und erreichen ihre höchste Leistung bei der sogenannten Nennwindgeschwindigkeit, die je nach Anlagentyp bei einer Windgeschwindigkeit von etwa 10-14 m/s liegt.

Um eine Überlastung der WEA bei Sturm (> Windstärke 10) zu vermeiden, wird die erzeugte elektrische Leistung regelungstechnisch so begrenzt, dass die Anlage keine (wesentlich) höhere Leistung als ihre Nennleistung erzeugen kann. Dafür gibt es zwei unterschiedliche Regelungsmechanismen, die so genannten Pitch-Regelung und die Stall-Regelung, wobei letztere noch in der so genannten Active-Stall-Variante auftritt.

Bei pitch-gesteuerten Anlagen (Blattverstellung in Richtung Fahnenposition) werden die Rotorblätter nach dem Erreichen der Nennleistung durch eine dynamische Blattwinkelverstellung so verdreht, dass sie dem Wind eine geringere Angriffsfläche bieten und so die Leistung begrenzt wird.

Bei stall-gesteuerte Anlagen sind die Rotorblätter so konstruiert, dass die aerodynamische Strömung am Rotorblatt nach Erreichen der Nennleistung mit zunehmender Windgeschwindigkeit abreißt, während die Blattstellung aber unverändert bleibt. Dies führt zu einer Luftverwirbelung hinter dem Rotorblatt und sorgt damit für eine Leistungsbegrenzung.

Bei der Active-Stall-Regelung (Blattverstellung in Richtung Strömungsposition) kann das Rotorblatt verstellt werden, dies erfolgt allerdings nicht automatisch. Diese Art der Regelung bietet gegenüber der reinen Stall-Regelung die Möglichkeit, die Nennleistung sehr schnell an den Standort anzupassen. Dies ist insbesondere für den Betrieb bei verschiedener Luftdichte von Bedeutung, wie sie durch Temperaturschwankungen im jahreszeitlichen Rhythmus vorkommt. In manchen Windparks werden, um den Jahresenergieertrag zu optimieren und andererseits um Abschaltungen durch erhöhte Nennleistung im Winter zu vermeiden, die Blätter zweimal im Jahr nachgestellt.

Bis Mitte der 1990er Jahre wurden fast ausschließlich stall-gesteuerte WEA produziert. Erst ab etwa 1996 und vor allem seit dem Jahr 2000 ist ein deutlicher Zuwachs an pitch-gesteuerten Anlagen zu verzeichnen. Bei den Anlagen im Megawatt-Bereich dominiert die pitch-Regelung und bei Anlagen mit Rotordurchmessern von über 64 m wird die reine stall-Regelung gar nicht mehr eingesetzt (vgl. Abb. 6). Das hat verschiedene technische Gründe. Gerade bei Großanlagen ist es wesentlich, dass der Rotorschub nach dem Überschreiten der Nennwindgeschwindigkeit nicht weiter zunimmt.









Rotordurchmesser <i>rotor diameter</i>	25 - 45 m	45,1 - 64 m	64,1 - 80 m	> 80 m
 getriebelos <i>gearboxless</i>	2	1	1	1
 mit Getriebe <i>gearbox</i>	6	23	15	10
 Pitch <i>pitch</i>	4	10	14	9
 Stall <i>stall</i>	4	12	0	0
 Aktiv-Stall <i>active-stall</i>	0	2	2	2
 1 feste Drehzahl <i>1 fixed rotor speed</i>	1	1	0	0
 2 feste Drehzahlen <i>2 fixed rotor speeds</i>	4	15	2	2
 variable Drehzahl <i>variable speed</i>	3	8	14	9
Anzahl der WEA-Typen <i>Number of the WT types</i>	8	24	16	11

Abbildung 6: Übersicht über die Technik der 2003 am Markt erhältlich WEA-Typen

(Quelle: BWE Marktübersicht 2003, Abb. aus Ender 2003, S. 14, verändert)

Bis Mitte der 1990er Jahre wurden fast ausschließlich stall-gesteuerte WEA produziert. Erst ab etwa 1996 und vor allem seit dem Jahr 2000 ist ein deutlicher Zuwachs an pitch-gesteuerten Anlagen zu verzeichnen. Bei den Anlagen im Megawatt-Bereich dominiert die pitch-Regelung und bei Anlagen mit Rotordurchmessern von über 64 m wird die reine stall-Regelung gar nicht mehr eingesetzt (vgl. Abb. 6). Das hat verschiedene technische Gründe. Gerade bei Großanlagen ist es wesentlich, dass der Rotorschub nach dem Überschreiten der Nennwindgeschwindigkeit nicht weiter zunimmt.

Da heute noch mehr als ein Drittel der angebotenen WEA mit den Stall-Prinzip ausgerüstet sind, ist besonders im Bereich der mittleren Anlagengrößen ein "Aussterben" dieses Regelprinzips derzeit nicht absehbar.

1.2.3.5 Luftfahrthinderniskennzeichnung und -befeuerung

Zur Sicherung des Luftverkehrs müssen WEA, deren Gesamthöhe 100 m übersteigt, generell speziell gekennzeichnet werden. Grundlage dafür ist die Richtlinie zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen¹⁸.

Um die Sichtbarkeit am Tag zu verbessern, sind bei WEA über 100 m Höhe die Rotorblätter durch orange-rote Markierungstreifen zu kennzeichnen (von außen beginnend mit 6 m orange (RAL 2009), 6 m weiß (RAL 9016) und 6 m orange (RAL 2009)). Alternativ können auch weißblitzende Feuer mittlerer Lichtstärke (20.000 cd +/- 25 %) als Tagesmarkierung verwendet werden. Nachts sind derartige WEA durch sogenannte Gefahrenfeuer zu markieren. Gefahrenfeuer sind rot blinkende Rundstrahlfeuer, die 20 bis 60 mal pro Minute blinken oder rote Blitzfeuer mit der gleichen Blinkfrequenz. Die effektive Lichtstärke im horizontalen Strahlbereich soll mindestens 1600 cd betragen. Die Richtlinie befindet sich derzeit gerade in der Überarbeitung, wobei speziell die notwendigen Lichtstärken für die Befeuerung abgesenkt werden sollen.

¹⁸ Richtlinien für die Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen vom 22. 12. 1999 (NfL 1 - 15/00), derzeit in Überarbeitung.

Die Gefahrenfeuer werden i.d. R. auf der Gondel angebracht. Damit auch bei Stillstand des Rotors sowie bei einer mit der Blinkfrequenz synchroner Drehzahl mindestens ein Feuer aus jeder Richtung sichtbar ist, müssen immer zwei blinkende Gefahrenfeuer auf jeder WEA stehen.

Gemäß der Richtlinie zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen können auch Hindernisfeuer als Nachtkennzeichnung genutzt werden, bei denen es sich um rote Rundstrahl-Festfeuer mit einer mittleren Leuchtstärke von mindestens 10 cd handelt. Diese Möglichkeit besteht aber nur, wenn das Feuer am höchsten Punkt des Hindernisses angeordnet wird bzw. der unbefeuerte Teil des Objektes das Hindernisfeuer um maximal 15 m überragt. Bislang sind Hindernisfeuer daher bei großen WEA nicht eingesetzt worden. Eine neue Alternative zu den blinkenden Gefahrenfeuern, die im Prinzip als Hindernisfeuer anzusprechen ist, bildet eine Beleuchtung der Rotorblattspitzen, die jeweils nur dann angeht, wenn sich das entsprechende Blatt in seiner höchsten Position befindet (vgl. Abb. 7). Dadurch ergibt sich ein Lichtbogen, der den Weg der Rotorblattspitze im oberen Kreisbereich nachzeichnet.

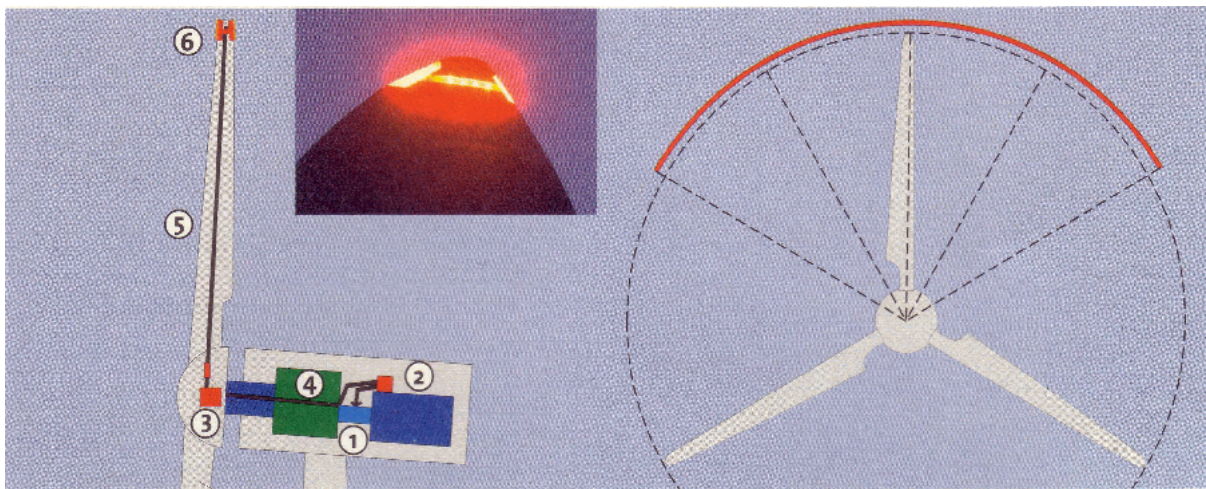


Abbildung 7: Hindernisfeuer EST 10. Alternative Beleuchtung zum herkömmlichen blinkenden Gefahrenfeuer zur Flugsicherung.

(Quelle: ENERTRAG Produktinformation 2003)

Als Neuregelung soll nach dem derzeitigen Diskussionsstand in der Richtlinie zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen vorgesehen werden, dass die Nennlichtstärke sowohl der Tagesmarkierung wie auch der nächtlichen Gefahrenfeuer in Abhängigkeit von der Sichtweite gedimmt werden können. So darf die Nennlichtstärke bei Sichtweiten über 5 km auf 30 % und bei Sichtweiten über 10 km auf 10 % reduziert werden. Mittels automatischem Dämmerungsschalter soll die Umschaltung von weißem Licht (tagsüber) auf rotes Licht (nachts) an die tatsächlichen Lichtverhältnisse angepasst werden.

1.2.4 Anordnung von WEA in Windparks

Um eine optimale Windausbeute zu erreichen, müssen WEA in einem gewissen Mindestabstand voneinander errichtet werden, da jede Anlage eine sog. Nachlaufströmung hinter den Rotoren erzeugt. Diese Turbulenzen sollten vor der nächststehenden WEA möglichst weit abgeklungen sein. Neben einer besseren Energieausbeute ist dabei auch die Minimierung des Störfallrisikos ein Zweck, da eine turbulente Luftströmung eine schnellere Materialermüdung bewirken könnte.

Als Mindestabstände von WEA in Windparks gelten folgende Faustzahlen: Abstand in Hauptwindrichtung 5 bis 9 x Rotordurchmesser, Abstand quer zur Hauptwindrichtung 3 bis 5 x Rotordurchmesser. Bei einem Rotordurchmesser von 60 m ergäben sich so Abstände von minimal 180 m (quer zur Hauptwindrichtung) bis 300 m, wobei in Hauptwindrichtung ein größerer Abstand bis gut 500 m auch vernünftig wäre.

Die Anordnung mehrerer WEA kann zum einen linear erfolgen, wobei die Reihe dann i. d. R. quer zur Hauptwindrichtung gestellt wird, um den Abstand zwischen den WEA und damit den Erschließungsaufwand möglichst gering zu halten. Die Energieausbeute bei dieser Aufstellung ist fast optimal. Alternativ kann die Anordnung auch möglichst kompakt in einer Gruppe erfolgen, wodurch der Erschließungsaufwand minimiert wird. Allerdings ist die mögliche Ausbeute der im Lee stehenden Anlagen nur bei ausreichender Entfernung (s.o.) optimal.

Die Zufahrtsmöglichkeiten zu den einzelnen WEA-Standorten werden i. d. R. als stark befestigte geschotterte Wege ausgeführt, die dem Gewicht des Schwerlastverkehrs und des Kranes zum Errichten der WEA entsprechen. Am Fuß der Anlagen ist eine Kranaufstellfläche von ca. 3000 m² Größe notwendig, die normalerweise ebenfalls als Schotterfläche gebaut wird. Die notwendigen Trafohäuschen werden auf dieser Schotterfläche errichtet, sofern der Trafo nicht ohnehin im Mast selbst integriert ist.

Zur notwendigen Infrastruktur eines Windparks gehört darüber hinaus ein Umspannwerk und die Möglichkeit, den produzierten Strom in das öffentliche Stromnetz abzuleiten. Dies kann über Freileitungen oder Erdkabel erfolgen.

1.3 Planung und Zulassung von Windenergieanlagen

1.3.1 Räumliche Steuerung/Abstimmung

Zur überregionalen und regionalen Abstimmung verschiedener Raumansprüche, so auch der Windkraft, ist die Landes- und Regionalplanung das geeignete Instrument. Die unterschiedlichen Regelungen in den einzelnen Bundesländern sind in Kap. 1.5 detailliert dargestellt.

1.3.1.1 Raumordnungsverfahren

Das Raumordnungsgesetz des Bundes¹⁹ (ROG) sieht vor, raumbedeutsame Planungen und Maßnahmen in einem sogenannten Raumordnungsverfahren untereinander und mit den Erfordernissen der Raumordnung abzustimmen. Durch dieses Verfahren wird festgestellt, ob das raumbedeutsame Vorhaben mit den Erfordernissen der Raumordnung übereinstimmt und wie es mit anderen raumbedeutsamen Vorhaben abgestimmt und durchgeführt werden kann (Raumverträg-

¹⁹ ROG 1997.

lichkeitsprüfung). Nach der Raumordnungsverordnung²⁰ des Bundes soll ein Raumordnungsverfahren u. a. bei der Errichtung eines Windparks mit 6 oder mehr WEA im Außenbereich durchgeführt werden. Die Durchführung des Raumordnungsverfahrens ist in den Landesplanungsgesetzen der Bundesländer geregelt.

Ein Raumordnungsverfahren kann auch auf Antrag des Planungsträgers vor dem eigentlichen Genehmigungsverfahren durchgeführt werden, um die landesplanerische Verträglichkeit oder Unverträglichkeit vorab feststellen zu lassen. Bei dem Verfahren für ein Vorhaben privater Träger wird der beantragte Standort geprüft. Anders als bei Vorhaben im öffentlichen Interesse ist es bei Vorhaben privater Träger ohne öffentliches Interesse nicht möglich, alternative - aus raumordnerischer Sicht eventuell besser geeignete - Flächen z. B. durch Enteignung verfügbar zu machen. Daher kann das Raumordnungsverfahren hier nicht zu einer räumlichen Steuerung beitragen.

Sowohl der Prüfgegenstand als auch das Bewertungsverfahren ist im Raumordnungsverfahren identisch mit der Prüfung raumbedeutsamer Maßnahmen gemäß § 4 Abs. 4 ROG im Rahmen des ohnehin notwendigen Genehmigungsverfahrens. Aus diesem Grund und wegen der erwähnten eingeschränkten räumlichen Steuerungsmöglichkeiten durch die Raumordnung haben Raumordnungsverfahren für die Standortfestlegung von Windparks nur eine eingeschränkte Bedeutung.

1.3.1.2 Festlegungen im Regionalplan

Nach dem Raumordnungsgesetz des Bundes sind zur räumlichen Steuerung in der Regional- und Landesplanung folgende Gebietskategorien vorgesehen, die auch für die Windenergienutzung angewendet werden:

Vorranggebiet	Gebiet, das für bestimmte raumbedeutsame Funktionen oder Nutzungen vorgesehen ist und andere raumbedeutsame Nutzungen in diesem Gebiet ausschließt, soweit diese nicht mit den vorrangigen Funktionen, Nutzungen oder Zielen der Raumordnung vereinbar sind
Vorbehaltsg Gebiet	Gebiet, in dem bestimmte raumbedeutsame Funktionen oder Nutzungen bei der Abwägung mit konkurrierenden raumbedeutsamen Nutzungen ein besonderes Gewicht erhalten sollen
Eignungsgebiet	Gebiet, das für bestimmte raumbedeutsame Maßnahmen geeignet ist, die städtebaulich nach § 35 Baugesetzbuch ("Bauen im Außenbereich") zu beurteilen sind und an anderer Stelle im Planungsraum ausgeschlossen werden.

Die Ausweisung von Eignungsgebieten für Windenergienutzung ist insofern bedeutsam, als bei einer erfolgten Ausweisung die Privilegierung von WEA im Außenbereich nach § 35 Abs. 1 Nr. 6 Baugesetzbuch (BauGB, s. u.) nicht ohne weiteres gegeben ist. Es kann von den Ländern vorgesehen werden, dass Vorranggebiete für raumbedeutsame Nutzungen zugleich die Wirkung von Eignungsgebieten für raumbedeutsame Maßnahmen haben können.

1.3.1.3 Darstellungen im Flächennutzungsplan

Auch die Gemeinde kann in der Flächennutzungsplanung die Windenergienutzung räumlich steuern. Diese Möglichkeit ist in § 35 Abs. 3, Satz 3 BauGB eröffnet worden, um einen "Wildwuchs" durch die Privilegierung der WEA im Außenbereich zu verhindern. Die Steuerung erfolgt durch die Darstellung von "Vorrangzonen" oder "Konzentrationszonen für Windenergie-

²⁰ RoV 1990.

anlagen", in denen die WEA konzentriert werden, um den übrigen Außenbereich dadurch von WEA freizuhalten.

Außerhalb der Konzentrationszonen stehen einer Genehmigung dann in der Regel öffentliche Belange nach § 35 Abs. 3, Satz 3 BauGB entgegen, so dass die Gemeinde einer Genehmigung von WEA im bauaufsichtlichen Verfahren ihr Einvernehmen versagen kann.

Im Gegensatz zur regionalplanerischen Steuerung können über den Flächennutzungsplan nicht nur raumbedeutsame Windenergie-Vorhaben gesteuert werden. Es ist aber zu beachten, dass WEA, die als untergeordnete Nebenanlagen errichtet werden, auch über die Konzentrationszonen in Flächennutzungsplänen nicht erfasst werden können.

1.3.1.4 Bauplanungsrechtliche Beurteilung

Die Errichtung und Änderung von WEA sind Vorhaben im Sinne des § 29 BauGB. Für ihre planungsrechtliche Beurteilung ist es entscheidend, in welchem der drei bauplanungsrechtlichen Bereichen (Außenbereich, Innenbereich, Planbereich) die WEA errichtet werden soll und um wie viele Anlagen es sich handelt.

WEA im Außenbereich

Windenergieanlagen zählen seit der Änderung des Baugesetzbuches zum 1.1.1997 zu den privilegierten Vorhaben im Außenbereich. Damit sind sie grundsätzlich zulässig, wenn öffentliche Belange nicht entgegenstehen und die Erschließung gesichert ist.

Durch die Privilegierung hat der Gesetzgeber die WEA ausdrücklich dem Außenbereich zugewiesen ("planähnliche Standortzuweisung"). Damit ist bei einem Verfahren in der Abwägung zwischen den privaten Interessen des Bauherrn und den öffentlichen Belangen die vom Gesetzgeber bewusst herbeigeführte Vorrangstellung dieser Vorhaben angemessen zu berücksichtigen. Wenn öffentliche Belange also nicht ausdrücklich entgegenstehen, sind WEA im Außenbereich zulässig. Dabei sind selbstverständlich die Bestimmungen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung zu beachten.

Da durch die Privilegierung auch ein Anstieg der Genehmigungen von WEA im Außenbereich zu erwarten war, hat der Gesetzgeber in § 35 Abs. 3 S. 3 BauGB gleichzeitig die Möglichkeit eröffnet, die Errichtung von WEA zu steuern. Nach dieser Regelung stehen öffentliche Belange der Errichtung einer WEA in der Regel auch dann entgegen, wenn hierfür durch Darstellungen im Flächennutzungsplan oder als Ziele der Raumordnung eine Ausweisung an anderer Stelle erfolgt ist. Die Länder, die regionalen Planungsgemeinschaften und die Gemeinden können also durch positive Standortzuweisung in ihrem Plangebiet den übrigen Planungsraum von WEA freihalten.

Daneben können WEA als untergeordnete Nebenanlagen auch an der Privilegierung anderer Hauptanlagen teilhaben, beispielsweise für die Eigenversorgung von land- oder forstwirtschaftlichen Betrieben mit Strom. Für diese Fälle greift die beschriebene Steuerungsmöglichkeit der Gemeinde durch positive Standortzuweisung nicht, d. h. eine WEA als Nebenanlage ist auch dann zulässig, wenn sie außerhalb von im Flächennutzungsplan ausgewiesenen Sonderbauflächen für Windenergie liegt.

WEA innerhalb der im Zusammenhang bebauten Ortsteile (Innenbereich)

In nicht überplanten, aber im Zusammenhang bebauten Ortsteilen richtet sich die planungsrechtliche Zulässigkeit von WEA wie von allen anderen baulichen Anlagen nach § 34 BauGB.

Wegen des Ausmaßes, der bauordnungsrechtlich notwendigen Abstandsflächen sowie nachbarschaftlicher Interessenkonflikte durch Geräusch- und Schattenimmissionen ist eine Zulassung

größerer WEA im Innenbereich praktisch kaum möglich. Im Einzelfall ist allerdings eine Zulassung als untergeordnete Nebenanlage denkbar, wenn sich die Anlage in die Eigenart der näheren Umgebung einfügt, das Ortsbild nicht beeinträchtigt und nicht zu unzumutbaren Immissionen führt. Dies kann beispielsweise in alten nicht überplanten Gewerbe- oder Industriestandorten der Fall sein.

WEA im Geltungsbereich eines Bebauungsplanes (Planbereich)

In dem Geltungsbereich eines qualifizierten Bebauungsplanes sind WEA grundsätzlich dann zulässig, wenn der geplante Standort als sonstiges Sondergebiet mit entsprechender Zweckbestimmung oder als öffentliche Versorgungsfläche festgesetzt ist. Wenn die Windenergienutzung nicht die sonstige Gewerbe- oder Industrienutzung ausschließt, ist auch die Errichtung in festgesetzten Gewerbe- oder Industriegebieten denkbar. Im Bebauungsplan können entweder eine Fläche für die Errichtung von WEA festgesetzt werden oder auch bereits die einzelnen Standorte.

Wenn es bereits einen konkreten Vorhabenträger für die Errichtung der WEA / des Windparks gibt, ist auch die Aufstellung eines vorhabenbezogenen Bebauungsplanes gemäß § 30 Abs. 2 BauGB möglich, wenn ein Vorhabenträger

1. auf der Grundlage eines mit der Gemeinde abgestimmten Planes zur Durchführung des Vorhabens und der Erschließungsmaßnahme (Vorhaben- und Erschließungsplan) bereit und in der Lage ist und
2. sich zur Durchführung innerhalb einer bestimmten Frist und zur Tragung der Planungs- und Erschließungskosten ganz oder teilweise in einem Durchführungsvertrag verpflichtet.

Kleinere Windenergieanlagen können, soweit sie der Stromversorgung eines oder einer geringen Anzahl von Gebäuden dienen, als untergeordnete Nebenanlagen gemäß § 14 Baunutzungsverordnung (BauNVO) zugelassen werden, sofern der Bebauungsplan dies nicht ausgeschlossen hat.

1.3.2 Genehmigungsverfahren

Die Art des Genehmigungsverfahrens ist abhängig von der Anzahl der geplanten WEA.

Zum Genehmigungsverfahren gehört immer die naturschutzrechtliche Beurteilung des durch das Vorhaben verursachten Eingriffes und die Festlegung notwendiger Ausgleichs- bzw. Ersatzmaßnahmen. Nach dem Prinzip der Eingriffsregelung sind zunächst alle möglichen Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Verminderung des Eingriffes auszuschöpfen. Nicht vermeidbare Beeinträchtigungen müssen durch Maßnahmen des Naturschutzes ausgeglichen oder ersetzt werden. Das System der Ermittlung des Ausgleichs- bzw. Ersatzbedarfes ist in den Bundesländern unterschiedlich geregelt. Zum Teil werden auch Ersatzzahlungen verlangt, wobei das Geld dann für Naturschutzmaßnahmen der Genehmigungsbehörde, i. d. R. des Landkreises, verwendet wird. Der Bau von Windenergieanlagen wird also immer entsprechend der Schwere der Beeinträchtigung am konkreten Standort durch Maßnahmen zur Verbesserung des Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes kompensiert, die von den Vorhabenträgern finanziert werden.

1.3.2.1 Baugenehmigungsverfahren

Windenergieanlagen sind bauliche Anlagen im Sinne der Landesbauordnungen. Grundsätzlich unterliegen sie daher einer Baugenehmigungspflicht. Bei der Errichtung von ein oder zwei WEA ist für die Genehmigung ein Baugenehmigungsverfahren ausreichend. Bei Windfarmen ab 3 WEA ist ein immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren notwendig, bei dem die Baugenehmigung in die Genehmigung gemäß Bundesimmissionsschutzgesetz integriert ist. Ein gesondertes Baugenehmigungsverfahren ist daher dann nicht erforderlich.

1.3.2.2 Genehmigungsverfahren nach Bundes-Immissionsschutzgesetz

Windparks mit 3 oder mehr WEA sind genehmigungspflichtige Anlagen nach Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG); sie werden im BImSchG als "Windfarmen" bezeichnet. Für die Errichtung einer Windfarm ist ein immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren²¹ durchzuführen, dessen Ausgestaltung sich nach der Anzahl der geplanten Anlagen und ihrer Umwelterheblichkeit unterscheidet. In Tabelle 2 ist in einer Übersicht zusammengestellt, welches Verfahren bei welcher Anlagenzahl notwendig ist. Das immissionsschutzrechtliche Genehmigungsverfahren erfolgt auf Antrag des Vorhabenträgers. Im Rahmen eines Verfahrens nach § 10 BImSchG werden die Antragsunterlagen öffentlich ausgelegt, jedermann darf Einwendungen erheben und über diese Einwendungen wird in einem Erörterungstermin diskutiert und anschließend befunden.

Die Errichtung und der Betrieb von Windfarmen können der Pflicht zur Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) unterliegen, wenn die einzelne Anlage eine Höhe von mehr als 35 Metern oder eine Leistung von mehr als 10 kW hat²², was heutzutage in der Regel der Fall ist. Die Prüfung der Umweltverträglichkeit des Vorhabens unterscheidet sich je nach Anzahl der geplanten WEA.

Tabelle 2: Genehmigungsverfahren und Umweltverträglichkeitsprüfungen für Windparks

Anzahl WEA		3 - 5		6 - 19		≥ 20
Umweltverträglichkeits	- Vorprüfung	Standortbezogene Vorprüfung des Einzelfalls		Allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls		ja
	- Prüfung	nein	ja	nein	ja	
Genehmigungsverfahren		vereinfachtes Verfahren nach § 19 BImSchG	Verfahren nach § 10 BImSchG			

Windfarmen mit 3 bis 5 WEA

Zur Feststellung der Umweltverträglichkeit erfolgt für Windfarmen mit 3 bis 5 WEA zunächst eine sogenannte 'Standortbezogene Vorprüfung des Einzelfalls' gemäß den Entscheidungskriterien der Anlage 2 zum UVPG. Dabei muss die zuständige Behörde überschlägig prüfen (Screening), ob unter den konkreten Standortbedingungen evtl. aufgrund besonderer Empfindlichkeit oder Schutzbedürftigkeit mit erheblichen nachteiligen Umweltauswirkungen zu rechnen ist. Falls dieses in der Vorprüfung festgestellt wird und damit eine UVP notwendig ist, muss ein

²¹ Gemäß § 4 Abs. 1 BImSchG in Verbindung mit Ziff. 1.6 des Anhangs zur Vierten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (4. BImSchV).

²² Nr. 1.6 der Anlage 1 zu § 3 UVPG (Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung).

immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren nach § 10 BImSchG durchgeführt werden. Wenn sich aber ergibt, dass erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen nicht zu befürchten sind, kann auf eine UVP verzichtet werden und das Genehmigungsverfahren als Vereinfachtes Verfahren nach § 19 BImSchG durchgeführt werden. Im Gegensatz zum Verfahren nach § 10 BImSchG ist bei einem Vereinfachten Verfahren eine öffentliche Auslegung der Antragsunterlagen mit anschließendem Erörterungstermin nicht erforderlich, wodurch das Verfahren häufig schneller geht. Hinsichtlich der Zulässigkeitsvoraussetzungen ändert sich aber nichts.

Es gibt aber auch die Möglichkeit, dass der Vorhabenträger selbst die Durchführung eines förmlichen Verfahrens nach § 10 BImSchG beantragt, obwohl für das geplante Vorhaben ein Vereinfachtes Verfahren ausreichend wäre. Das dauert dann zwar i. d. R. länger, führt aber zu einer größeren Rechtssicherheit für den Vorhabenträger, weil das Vorhaben erstens nicht mehr aufgrund von privatrechtlichen Ansprüchen verhindert werden kann und zweitens Gegenstand eines späteren Rechtsbehelfs grundsätzlich nur die von einem Einwender fristgerecht in dem Verfahren geltend gemachten Einwendungen sein können.

Windfarmen mit 6 und mehr WEA

Bei einer Windfarm von 6 oder mehr WEA ist immer ein Genehmigungsverfahren nach § 10 BImSchG notwendig.

Für Windfarmen mit 6 bis 19 Windenergieanlagen ist eine UVP nicht zwingend vorgeschrieben. Vielmehr muss die Behörde zunächst in einer so genannten 'Allgemeinen Vorprüfung des Einzelfalls' untersuchen, ob unter Berücksichtigung der in Anlage 2 zum UVPG aufgeführten Kriterien erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen zu erwarten sind²³. Nur wenn dies bejaht werden muss, ist eine UVP durchzuführen. Wenn auf eine UVP verzichtet werden kann, ist diese Entscheidung durch die Behörde öffentlich bekannt zu machen.

Bei Windfarmen mit 20 und mehr Windenergieanlagen ist vor der Zulassung zwingend eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen. Die UVP ist kein selbstständiges Verfahren, sondern Teil des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens.

1.4 Vorgaben der Bundesländer zur Standortsteuerung

In den folgenden Unterkapiteln sollen die Vorgaben der verschiedenen Bundesländer zur Standortsteuerung von Windenergieanlagen und Windparks vergleichend dargestellt werden. Die länderspezifischen Windenergieanlagen-Erlasse oder -Richtlinien haben die Funktion, den Raumplanungs- bzw. Regionalplanungsbehörden einheitliche Maßstäbe für ihre Entscheidungen bei der Aufstellung von Regionalplänen und bei einzelnen Raumordnungsverfahren an die Hand zu geben. Außerhalb dieser Verfahren haben die Erlasse bzw. Richtlinien keine rechtliche Bedeutung, sondern nur den empfehlenden Charakter von Orientierungshilfen.

Im Anhang 1 sind die landesrechtlichen Regelungen für die Errichtung von WEA, die in Form von Erlassen, Richtlinien, Rundschreiben, Hinweisen u. ä. von den zuständigen Ministerien an die ihnen unterstellten Behörden herausgegeben wurden, tabellarisch zusammengestellt.

Die Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg werden nicht in den Vergleich mit einbezogen, da es dort entweder gar keine oder nur wenige WEA im Stadtgebiet gibt und deshalb keine Erlasse oder Richtlinien herausgegeben wurden. In Sachsen-Anhalt und Thüringen gibt es ebenfalls keine speziellen Erlasse oder Richtlinien zur Standortsteuerung von WEA. Die Vorgehen dieser

²³ § 3c Abs. 1 s. 1 UVPG in Verbindung mit Nr. 1.6.2 der Anlage 1 zu § 3 UVPG.

Länder bezüglich der Errichtung von WEA wird daher hier nur kurz vorgestellt.

In Berlin sind gemäß dem Flächennutzungsplan, Textliche Darstellung Nr. 5, "aus städtebaulichen Gründen oder aus Gründen des Naturschutzes und der Landschaftspflege keine Flächen für die Errichtung von Windkraftanlagen geeignet". In den anderen genannten Bundesländern wurden ohne spezielle Erlasse im Zuge der Raum- bzw. Regionalplanung geeignete Standorte für Windenergienutzung ausgewählt, wobei Belange des Umwelt- und Naturschutzes, Schallschutz, Nachbarschutz, städtebauliche Planungen und sonstige Belange wie Schutzzonen von Flughäfen und Richtfunkstrecken wesentliche Auswahl- und Beurteilungskriterien bildeten. In Bremen hat der Senat 1997 die "Windkraftausbauplanung für die Stadtgemeinde Bremen" als Konzept für den Ausbau der Windkraftnutzung im Zeitraum von 1997-2005 beschlossen. Die Stadtentwicklungsbehörde der Hansestadt Hamburg hat ein flächendeckendes Gutachten zur Windenergienutzung²⁴ erstellen lassen, das Positivräume ermittelt hat, welche als Vorrangflächen für Windenergienutzung in den Flächennutzungsplan übernommen wurden. Sachsen-Anhalt hat ehemals vorhandene Richtlinien für Windenergieanlagen aus den Jahren 1995 und 1996 aufgehoben und nicht durch aktuelle ersetzt. Hier wird ebenso wie in Thüringen die Ausweisung von Windparks nur durch Festlegungen in den Regionalen Raumordnungsplänen geregelt. In Thüringen sind dabei in zwei der vier Planungsregionen Vorrangflächen für Windenergie, in den anderen beiden Vorbehaltsgebiete für Windenergie festgelegt worden.

1.4.1 Landesplanung und Raumordnung

Die Auswertung der Vorgaben der Bundesländer zur Standortsteuerung ergab unterschiedliche Herangehensweisen im Bereich der Landes- und Regionalplanung.

In **Baden-Württemberg** wurde 1995 eine "Gemeinsame Richtlinie für die gesamtökologische Beurteilung und baurechtliche Behandlung von WEA" aufgestellt, die jedoch keine Empfehlungen oder Vorgaben für die Regionalplanung bezüglich der Ausweisung von Vorranggebieten oder Ausschlussgebieten enthielt. Seit 2000 wird die sog. Windfibel herausgegeben, die 2003 mit der 4. Auflage den derzeit aktuellsten Stand aufzeigt. Auf regionaler Ebene sollen Vorranggebiete festgelegt und die übrigen Gebiete als Ausschlussgebiete ausgewiesen werden.

Bayern hat ein Fachgutachten 1997 erstellen lassen, in dem Rahmenbedingungen für die Nutzung des Windenergiepotentials niedergeschrieben worden sind. Entsprechend den "Hinweisen zur regionalplanerischen Steuerung der Windenergienutzung" wird für die Regionalplanung die Ausweisung von Vorbehaltsgebieten für Windenergienutzung empfohlen. Auf Vorranggebiete soll verzichtet werden, um z.B. gegenläufige Belange nicht generell auszuschließen und weil Topographie und Relief zu erheblichen Eignungsschwankungen der Mikrostandorte führen können. Bei Bedarf können die Regionen als eigenes zusätzliches Ziel der Raumordnung bestimmte Ausschlussgebiete festlegen.

Brandenburg hatte zunächst im Windkrafterlass von 1996 auf Landesebene sogenannte Eignungsbereiche, Restriktionsbereiche und Tabubereiche für die Windenergienutzung ausgewiesen und festgelegt, dass WEA im Restriktionsbereich errichtet werden können und insbesondere im Eignungsbereich errichtet werden sollen (Teil I, Abs. 3, Windkrafterlass). Zu diesem Erlass wurde eine "Orientierungskarte Naturschutz und Windenergienutzung" angefertigt, die die Lage der unterschiedlichen Bereiche im Land darstellte. Im Windkrafterlass waren zugleich Kriterien für die verschiedenen Bereiche genannt. Seit 2001 erfolgt die räumliche Steuerung über die seitdem im gesamten Land in Aufstellung befindlichen und z. T. bereits rechtskräftigen Regio-

²⁴ Freie und Hansestadt Hamburg 1997.

nalpläne. Hierin werden Eignungsgebiete für Windenergie ausgewiesen.

In **Hessen** wurden in den Regionalplänen für die drei Planungsregionen von 2000 bzw. 2001 Bereiche für die Windenergienutzung ausgewiesen, die den Charakter von Vorranggebieten ohne Ausschlusswirkung haben.

In **Mecklenburg-Vorpommern** wurden 1995 in den damals in Aufstellung befindlichen Regionalen Raumordnungsprogrammen bereits Eignungsgebiete vorgesehen, die mit der Bestätigung dieser Programme durch Landesverordnung verbindlich wurden. Bei der Auswahl der Gebiete sollten die Gemeinden entsprechend den "Hinweisen zur Aufstellung von Bauleitplänen und Satzungen über Vorhaben- und Erschließungspläne für Windkraftanlagen" auf technisch vorbelastete Standorte zurückgreifen. Durch den Erlass zur "Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen" von 1998 wurden die vorherigen Verwaltungsvorschriften aufgehoben. Die regionalplanerische Steuerung über Eignungsgebiete wurde davon nicht beeinflusst. Die Eignungsgebiete werden in den Regionalen Raumordnungsprogrammen als "Eignungsräume" bezeichnet.

Die "Empfehlungen zur Standortsicherung und raumordnerischen Beurteilung von WEA" von 1991 in **Niedersachsen** beschreiben grundsätzliche Voraussetzungen, d.h. Eignungsbereiche bzw. -standorte für die Errichtung von Windparks. In den "Empfehlungen zur Festlegung von Vorrang- oder Eignungsgebieten für die Windenergienutzung" vom Niedersächsischen Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz wurde am 26.01.2004 klargestellt, dass in den Regionalen Raumordnungsprogrammen Vorrang- oder Eignungsgebiete festgelegt werden sollen.

Nordrhein-Westfalen legt grundsätzlich Bereiche mit Eignung für die Nutzung erneuerbarer Energien fest. Der Windenergie-Erlass von 2002 beschreibt aufgrund regionalplanerischer Kriterien Eignungsbereiche, aber auch Ausschluss- und Restriktionsbereiche näher.

In **Rheinland-Pfalz** wurden die Verwaltungsvorschriften von 1995 und 1996 durch die "Hinweise zur Beurteilung der Zulässigkeit von Windenergieanlagen" aller beteiligten Ministerien ersetzt, welche die Festlegung von Eignungsgebieten, Vorranggebieten mit Ausschlusswirkung und Vorbehaltsgebieten in der Regionalplanung ermöglichen (Teil II, Abs. 3, Rundschreiben von 18.02.1999). Die Ausschluss- und Restriktionsbereiche für die regionalplanerische Gebietsausweisung werden in diesen Hinweisen ebenfalls in Form von Vorrang- bzw. Vorbehaltsbereichen oder speziellen Landschaftsausschnitten, die einem besonderem Schutz unterliegen, benannt.

Im **Saarland** werden gemäß dem Entwurf zum Landesentwicklungsplan "Umwelt" von 16. Mai 2003 Vorranggebiete für Windenergie ausgewiesen, die eine Ausschlusswirkung außerhalb entfalten.

In **Sachsen** sehen die "Leitlinien zur raumordnerischen Standortsicherung und Beurteilung von Windenergieanlagen" von 1995 die Ausweisung von geeigneten Bereichen als Vorranggebiete oder Vorbehaltsgebiete für Windenergieanlagen in den Regionalplänen vor. Für die Ausweisung derartiger Gebiete in den Regionalplänen wurden Ausschluss- bzw. Tabubereiche festgelegt. Dazu zählen auch landesplanerische Vorranggebiete, wenn die Windenergienutzung mit der vorrangigen Zweckbestimmung nicht zu vereinbaren ist. Der "Leitfaden zur Genehmigung von Windkraftanlagen" von 2001 bekräftigt das System der Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten.

Schleswig-Holstein wurden zunächst im Runderlass vom 04.07.1995 windhöfliche Gebiete als geeignete Standorte für WEA benannt. In den Regionalplänen sollten entsprechend diesem Erlass Eignungs- und Ausschlussgebiete für WEA dargestellt werden. In den landesweiten "Teilfortschreibungen 1997 und 1998 der Regionalpläne zur Festlegung von Eignungsräumen für

die Windenergienutzung" wurden daraufhin in allen Planungsregionen Eignungsgebiete festgelegt.

Von den elf in den Vergleich einbezogenen Bundesländern nutzen knapp die Hälfte die Möglichkeit, in der Regionalplanung Eignungsgebiete bzw. Vorranggebiete mit Ausschlusswirkung, die inhaltlich den Eignungsgebieten gleichkommen, auszuweisen. Damit erfolgt in diesen fünf Ländern (Baden-Württemberg, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Saarland und Schleswig-Holstein) landesweit eine ganz konkrete Abstimmung von Gebieten, die den im Bundesland geltenden Kriterien entsprechen und außerhalb derer in der Regel keine raumbedeutsamen WEA errichtet werden können. Die schwächste raumordnerische Steuerung sieht Bayern vor, wo nur Vorbehaltsgebiete für Windenergie ausgewiesen werden sollen; möglich sind solche Gebietsausweisungen allerdings auch in Sachsen und in Rheinland-Pfalz, wo aber zusätzlich auch Vorranggebiete (Sachsen) bzw. Vorranggebiete und Eignungsgebiete (R-Pf.) ausgewiesen werden können.

1.4.2 Abstandsregelungen zum Schutz des Menschen

In der Tabelle 3 werden die in den verschiedenen Bundesländern vorgesehenen Abstände zu Bebauung und zu Straßen dargelegt. Bei den Siedlungsgebieten wird meist zwischen zusammenhängenden Siedlungen, Siedlungssplittern im Außenbereich und Siedlungen mit Erholungsfunktion unterschieden. Je nach Art der Nutzung und des baulichen Aufkommens wurden unterschiedliche Abstände festgesetzt und teilweise in Ausschluss- und Restriktionsbereiche unterschieden. In der Regel sollen WEA zu Siedlungen mit Erholungsfunktion die weiteste, hingegen zu Siedlungssplittern im Außenbereich die geringste Entfernung einhalten.

In den meisten Bundesländern liegt die empfohlene bzw. für notwendig erachtete Entfernung von WEA zu Siedlungsbereichen um 500 m. Je nach vorherrschender Nutzung wird differenziert zwischen Dorf- bzw. Mischgebieten, für die 225 bis 500 m Mindestabstand gelten, Allgemeinen Wohngebieten, für die 400 bis 500 m Mindestabstand gelten und Reinen Wohngebieten für die 600 bis 750 m Mindestabstand gelten sollen. In jüngster Zeit (seit 2003) gibt es in einigen Ländern Veränderungen in den Erlassen oder Richtlinien mit der Tendenz zu einer Erhöhung der Mindestabstände. In Schleswig-Holstein soll danach zu städtischen Siedlungen Abstände von 1000 m bzw. bei großen Anlagen über 100 m Höhe der 10fachen Anlagenhöhe eingehalten werden. In Niedersachsen gelten 1000 m allgemein als Mindestabstand zu Gebieten mit Wohnbebauung und in Mecklenburg-Vorpommern soll der gleiche Grenzabstand zu Wohngebieten eingeführt werden²⁵.

Grundsätzlich sind die dargestellten Regelungen bei der Ausweisung von Eignungs- und Vorranggebieten berücksichtigt worden. Sie gelten darüber hinaus aber meist auch für nicht raumbedeutsame Windenergie-Vorhaben, die außerhalb der ausgewiesenen Eignungs- bzw. Vorranggebiete errichtet werden könnten.

²⁵ Die entsprechende Regelung wurde am 06.07.04 vom Kabinett beschlossen. Ostseezeitung vom 07.07.2004, S. 6, Rubrik Rostock. Sie war Anfang September 2004 noch nicht in Kraft, mündl. Auskunft des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern.

Tabelle 3: Abstandsflächen zu bauordnungsrechtlichen Bereichen (Ausschlussbereiche: **fett**; Restriktionsbereiche: *kursiv*)

	B-W	Bbg	Hess	M-V	Nds	NRW	R-P	Sachs	S-H	
Abstände zu Bebauung									h bis 100m	h über 100m
Siedlungsgebiete / -bereiche	700	500¹	500²		1000	<i>500 / 750³</i>		500 1200		
Ländliche Siedlungen				300 1200			225⁵		500	5 x h
Städtische Siedlungen				500⁴ 1200			400 / 725⁶		1000	10 x h
Einzelhäuser bzw. Siedlungssplitter im Außenbereich	450			300 1200		<i>300 / 500³</i>	225⁵		300	3,5 x h
Siedlung mit Erholungs- / Fremdenverkehrsfunktion	700			600 1500			400⁷	500 1200	1000	10 x h
Abstände zu Straßen										
Bundesautobahnen ⁸ und Bundesstraßen ⁹				<i>1 x h (50m)</i>					1 x h	1 x h
Landesstraßen	20 40	20 40	20 40	<i>1 x h (50m)</i>		<i>40</i>	20	20 40	1 x h	1 x h
Kreisstraßen	15 30	20 40	20 40	<i>1 x h (50m)</i>		<i>40</i>	15	20 40	1 x h	1 x h

h	Gesamthöhe der WEA
---	--------------------

- 1 außer festgesetzte GE und GI, einschl. Feriendörfer und Campingplätze
 2 Nordhessen: Abstände zw. 200 - 1000 m
 3 je nach Himmelsrichtung
 4 Reines Wohngebiet 600 m; Mischgebiet 300 m
 5 gilt bei Schalleistungspegel von 100 dB(A)

- 6 wie 5; Allg. Wohngebiet 400 m, Reines Wohngebiet 725 m
 7 Campingplatz
 8 Grundsätzlich gilt BFStrG, § 9 BFStrG Anbauverbot 40 m / Anbaubeschränkung 100 m
 9 Grundsätzlich gilt BFStrG, § 9 BFStrG Anbauverbot 20 m / Anbaubeschränkung 40 m

Die Länder Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein stellen bei dem Abstand zu Bundesautobahnen und Bundesstraßen weitergehende Forderungen als die im Bundesfernstraßen-Gesetz (BFStrG) vorgesehenen Mindestabstände. Der § 9 BFStrG enthält ein Anbauverbot von 40 m und eine Anbaubeschränkung von 100 m, hingegen wird in den genannten Ländern ein Anbauverbot von mind. 50 m bzw. ein Abstand bis zu einem h (Gesamthöhe der WEA) festgelegt. Dies soll auch bei Landes- und Kreisstraßen gelten. Die Regelungen in den restlichen Landesgesetzen unterscheiden sich geringfügig von einander. Nordrhein-Westfalen beschränkt lediglich den Bau von WEA, wobei Rheinland-Pfalz nur einen Verbotsabstand festgeschrieben hat.

1.4.3 Abstandsregelungen zum Schutz der Natur

Die Tabelle 4 gibt eine Übersicht der Bereiche bzw. Gebiete, innerhalb derer in den verschiedenen Bundesländern keine WEA errichtet werden sollen.

In allen Bundesländern herrscht Einigkeit darüber, dass bestehende Naturschutzgebiete (NSG) nicht als Standorte von WEA in Frage kommen. NSG werden daher überall als Ausschlussgebiete angesehen. Einige Bundesländer betonen dabei, dass dieser Schutz auch für geplante

NSG gelte, sofern sie sich in einem einigermaßen fortgeschrittenen Planungsstadium befinden. Hinsichtlich aller anderen Schutzkategorien gibt es länderspezifische Unterschiede.

Wichtige Gebiete für die Vogelwelt, zum einen die EU-Vogelschutzgebiete und Feuchtgebiete gem. Ramsar-Konvention, zum anderen die avifaunistisch wertvollen Gebiete (Brut-, Nahrungs- und Rastplätze, Vogelzugbereiche und Überwinterungsgebiete), sind in den meisten Bundesländern als Ausschlussgebiete definiert. FFH-Gebiete werden teilweise auch als Ausschlussgebiete angesehen, teilweise aber auch als Restriktionsgebiete, die nur dann von WEA freigehalten werden müssen, wenn störungsempfindliche Vögel zum charakteristischen Arteninventar der Lebensraumtypen gehören.

Nationalparke sind, soweit in den Bundesländern vorhanden, i. d. R. ebenfalls als Ausschlussgebiete definiert. Auch kleinräumige, aber relativ hochrangige Schutzgebiete und -objekte wie Naturdenkmale und geschützte Biotop sind meist ausgenommen von möglicher Bebauung mit WEA. Die großräumigen Landschaftsschutzgebiete wie auch die Naturparke dagegen gelten fast in allen Ländern als Restriktionsgebiete, in denen zwar i. d. R. keine WEA errichtet werden sollen, wo dies aber auch nicht ausgeschlossen erscheint. Besondere Beachtung erhalten auch landschaftlich sensible Räume, wie der Albtrauf in Baden-Württemberg, die wegen ihrer Einzigartigkeit von Veränderungen durch WEA freigehalten werden sollen.

Die Tabelle 5 beinhaltet die Mindestabstände zu den Flächen der aufgeführten Gebietskategorien der Tabelle 4. Jedoch haben nicht alle Bundesländer die Umgebung der Gebiete durch einen weiteren Abstand besonders unter Schutz gestellt. Auf diese Weise gelten in manchen Bundesländern die Grenzen der Schutzgebiete und in anderen die Grenzen plus die angegebenen Abstände als von WEA freizuhaltende Flächen. Weiterhin werden die Abstandforderungen in einen Ausschluss- bzw. Restriktionsabstand unterschieden, die bindend sind oder eine Empfehlung darstellen. Zum Teil sind Einzelfallbewertungen vorgesehen, um ggf. eine größere Pufferzone zu erhalten.

In der Regel gelten für "hochrangige" Naturschutzflächen Abstände von 200 - 500 m, lediglich Brandenburg sieht einen deutlich höheren Schutzbedarf und fordert Abstände von 1000 m. Bei kleinräumigen Schutzgebieten bzw. -objekten, wie Naturdenkmalen, werden von den meisten Ländern 100 bis 200 m Schutzabstände gefordert. Auch hier ist die Forderung von Brandenburg mit 500 m Grenzabstand z. B. zu flächenhaften Naturdenkmalen am weitreichendsten.

Tabelle 4: Naturschutzrechtliche Ausschluss- (**fett**) und Restriktionsgebiete (*kursiv*)

	B-W	Bay	Bbg	Hess	M-V	NRW	R-P	Saarl	Sachs	S-H
Internationale Schutzgebiete										
Feuchtgebiete (Ramsar)		X	X		X	<i>X</i>	--	--	--	X
FFH-Gebiete	<i>X</i>	<i>X</i> ¹	X	X		<i>X</i>	X		X	X
EU-Vogelschutzgebiete (SPA)	<i>X</i> ²	X	X	X	X	<i>X</i>				X
Biosphärenreservate (MAB)		X ³	X ⁴		X	--	<i>X</i> ⁵	--	<i>X</i> ³	
Nationale Schutzgebiete bzw. Schutzobjekte										
NSG, bestehend	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
NSG, geplant	X				X	X	X		X	X
Nationalparke	--	X	X		X	X			X	X
LSG	<i>X</i>	<i>X</i> ⁶	<i>X</i> ⁷	<i>X</i> ⁶		<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>
Naturparke	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>		X	<i>X</i>	<i>X</i> ⁸		<i>X</i>	
Naturdenkmale	X	X		X	X	X	X			
Flächenhafte Naturdenkmale	X		X ⁹			--				
Geschützte Landschaftsbestandteile		<i>X</i>	X ⁹		X	X	X	X		X
Geschützte Biotope gem. Landesrecht	X		X	X	X	X	X	X	<i>X</i>	X
Sonstige schutzwürdige Bereiche										
Wald	<i>X</i> ¹⁰			X ¹¹		<i>X</i>	<i>X</i>			
Landschaftlich sensible Räume	<i>X</i> ¹²		<i>X</i> ¹³						X ¹⁴	X ¹⁵
Avifaunistisch wertvolle Gebiete	X ¹⁶	X ¹⁷	X ¹⁸	<i>X</i> ²⁰		X ¹⁹	X ²⁰	X		X ¹⁹
Wertv. Bereiche f. Biotop- u. Artenschutz	X ²¹		X ²²	X ²³		<i>X</i> ²⁴			<i>X</i> ²⁵	

-- Die Schutzkategorien kommen in dem jeweiligen Bundesland nicht vor

- | | |
|---|---|
| <p>1 Ausschluss nur soweit störungsempfindliche Vögel zum charakteristischen Arteninventar gehören</p> <p>2 Ausschluss nur EU-Vogelschutzgebiete mit hoher Empfindlichkeit gegenüber WEA</p> <p>3 Kern- und Pflegezonen</p> <p>4 Zonen III + IV</p> <p>5 außerhalb der Kernzonen von Naturparks</p> <p>6 Ausschluss nur in Naturparks bzw. bei entgegenstehendem Schutzzweck</p> <p>7 Ausschluss nur wenn nicht Bereich mit einer weniger hochwertigen Naturlandschaft, insbesondere mit Vorbelastung</p> <p>8 Ausschluss nur Kernzonen</p> <p>9 > 10 ha</p> <p>10 Ausschluss: Waldbiotope, Bann- und Schonwald; Restriktion: ältere, naturnahe Waldbestände, biologisch-ökologisch wertvolle Waldstandorte</p> <p>11 Restriktion: Wald und Waldvermehrungsflächen gem. RP</p> <p>12 Ausschluss: Altrauf in nicht vorbelasteten Bereichen, Restriktion: landschaftlich sensible und sichtexponierte Räume</p> <p>13 Ausschluss: Hangkanten und Kuppen, Restriktion: Gebiete mit hochwertigem Landschaftsbild</p> <p>14 landschaftsprägende Höhenrücken, Kuppen und Hanglagen</p> <p>15 Halligen, Inseln Amrum, Föhr, Pellworm + Sylt sowie</p> | <p>16 Überregional bis internat. bedeutsame Zugkorridore, Rastplätze + Überwinterungsgebiete bes. geschützter Vogelarten, Brutplatz + Lebensraum bes. geschützter u. störungsempfindl. Vogelarten, Horststandorte (stark) gefähr. Greifvogelarten</p> <p>17 Wiesenbrütergebiete, Flugkorridore von Zugvögeln, Habitate von Großvögeln und von gefährdeter Arten</p> <p>18 Ausschluss: Rast-, Sammel- + Brutplätze gef. Großvogelarten, Brutgebiete gef. Wiesenbrüter gem. Artenschonprogr., Überwinterungsgebiete von Zugvögeln gem. LRP bzw. LaPro; Restriktion: Nahrungsplätze von Zugvögeln gem. LaPro</p> <p>19 Brut-, Nahrungs- und Rastplätze</p> <p>20 Ausschluss: ornithologisch bedeutsame Bereiche; Restriktion: Haupt-Vogelfluglinien</p> <p>21 Lebensstätten besonders geschützter Pflanzenarten</p> <p>22 sensible Fließgewässer</p> <p>23 Ausschluss: Gebiete gem. LRP; Restriktion: Lebensstätten besonders geschützter Tierarten</p> <p>24 Landschaftsschutzwürdige Flächen des Biotop-Katasters</p> <p>25 reich strukturierte Feldgehölzlandschaften und naturnahe Standorte inmitten ausgeräumter Agrarlandschaften</p> |
|---|---|

Tabelle 5: Abstandsflächen zu naturschutzrechtlichen Schutzgebieten und schutzwürdigen Bereichen (Ausschlussbereiche: **fett**; Restriktionsbereiche: *kursiv*)

	B-W	Bbg	Hess	M-V	NRW	R-P	Sachs	S-H	
Internationale Schutzgebiete								h bis 100m	h über 100m
Feuchtgebiete (Ramsar)		1000			200	--	--	200 500	(4xh) - 200
FFH-Gebiete		1000			200	200	500 (300) ¹	200 500	(4xh) - 200
EU-Vogelschutzgebiete (SPA)	1000 ²	1000 ³			200			200 500	(4xh) - 200
Nationale Schutzgebiete bzw. Schutzobjekte									
NSG, bestehend	200	1000	200 <i>E</i> ⁴		200	200	500 (300)	200 500	(4xh) - 200
NSG, geplant					200	200	500 (300)	200 500	(4xh) - 200
Nationalparke	--	1000			200		500 (300)	200 500	(4xh) - 200
LSG		<i>E</i>						<i>E</i>	<i>E</i>
Naturdenkmale	200			100					
Flächenhafte Naturdenkmale	200/ 500 ⁵	500 ⁶			--				
Geschützte Landschaftsbestandteile		500		100					
Geschützte Biotope gem. Landesrecht	200	200 ⁷		100	200	200			
Sonstige schutzwürdige Bereiche									
Wald	200 ⁸		200		35	200		200	200
Landschaftlich sensible Räume		500 ⁹							
Avifaunistisch wertvolle Gebiete	200- 800 ¹⁰	1000 ¹¹	500 ¹²		500 ¹³	200- 500 ¹⁴			
Wertv. Bereiche f. Biotop- u. Artenschutz			500 ¹⁵			200 ¹⁶			

-- Die Schutzkategorien kommen in dem jeweiligen Bundesland nicht vor

h Gesamthöhe der WEA

E

Einzelfallbewertung

- 1 i. d. R. Pufferzonen von 500 m bei Windfarmen und 300 m bei Einzelanlagen
- 2 nur EU-Vogelschutzgebiete mit hoher Empfindlichkeit gegenüber WEA
- 3 Vorkommen bedrohter, störungsempfindl. Großvogelarten
- 4 Einzelfallbewertung bei Gefährdung des Schutzzieles
- 5 bis 200 m keine erheblich negativen Auswirkungen; bis 500 m erheblich negative Auswirkungen
- 6 > 10 ha
- 7 Einzelfallbewertung bei Alleen
- 8 zusätzlich Bann- und Schonwald
- 9 bes. markante landschaftsprägende Hangkanten und Kuppen
- 10 500-800 m bzw. 10fache Anlagenhöhe, internat. bis überregional bedeutsame Zugkorridore, Rastplätze und Überwinterungsgebiete; 500 m Brutplatz und Lebensraum von bes. geschützten und störungsempfindl. Vogelarten; 200 m Horststandorte gefährdeter Greifvogelarten

- 11 Brut- und Rastgebiete gefährdeter Vogelarten, Rast- und Überwinterungsgebiete von Zugvögeln
- 12 500 m bei ornithologisch bedeutsamen Bereichen, 1500 m bei Kranichrastplätzen
- 13 insbesondere dem Schutz bedrohter Vogelarten
- 14 Brut- + Rastplätze gef. Vogelarten, empf. Vogellebensräume
- 15 zu größeren offenen Wasserflächen
- 16 Flächen zur Erhaltung oder Entwicklung i. S. der Planung vernetzter Biotopsysteme; Rote Liste Biotoptypen

2 Auswirkungen von Windenergieanlagen auf den Menschen

2.1 Geräuschemissionen

2.1.1 Sachstand

2.1.1.1 Grundsätzliches zur Emission von Schall von WEA

Windenergieanlagen verursachen Geräusche zum einen mechanisch, z. B. durch das Getriebe oder den Generator, und zum anderen durch aerodynamische Wirkungen, z. B. durch das Vorbeistreichen des Windes an den Flügeln und der Flügel am Mast. Die Schallemissionen steigen mit zunehmender Windgeschwindigkeit bis zur Nennleistung der Windenergieanlage. Dann beträgt der Schalleistungspegel etwa 103 - 105 dB(A)²⁶. Neuere, technisch weiter entwickelte WEA weisen z. T. auch geringere Schalleistungspegel auf.

Die aerodynamischen Geräusche der WEA sind abhängig von der Geschwindigkeit der Blattspitzen, vom Profil des Rotorblattes und vom Abstand der Rotorblätter zum Mast. Diese Mechanismen der Geräuschenstehung wurden schon vor mehreren Jahren untersucht und Möglichkeiten der Geräuschkürzung aufgezeigt.²⁷ So zeigten diese Messungen, dass durch eine Modifikation der Blattspitze in Verbindung mit einem geänderten Blatteinstellwinkel eine Geräuschemissionsminderung um 1,8 dB(A) erreicht werden konnte.²⁸

Die Geräuschenentwicklung am Rotor ist abhängig von der verwendeten Regelungstechnik (vgl. Kap. 1.3.3.4). Bei pitch-gesteuerten Anlagen werden die Rotorblätter nach dem Erreichen der Nennleistung so verdreht, dass sie dem Wind eine geringere Angriffsfläche bieten. Dann tritt auch keine weitere Erhöhung der Schallemissionen in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit auf. Bei stall-gesteuerte Anlagen sind die Rotorblätter so konstruiert, dass die aerodynamische Strömung am Rotorblatt nach Erreichen der Nennleistung mit zunehmender Windgeschwindigkeit abreißt. Damit wird die elektrische Leistung begrenzt, die Schallemission steigt aber in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit weiter an. Aus Sicht des Emissionsschutzes haben also pitch-gesteuerte Anlagen den Vorteil, dass ihre Schallemissionen nach Erreichen der Nennleistung nahezu konstant bleiben.

Die mechanischen Geräuschquellen führten in der Vergangenheit häufig dazu, dass Geräusche von WEA auffällige, besonders störende Einzeltöne enthielten. Um dies zu vermeiden bzw. zu vermindern, wird die Kanzel der WEA, in der sich die mechanischen Komponenten befinden, mit einer entsprechenden Schalldämmung versehen. Ebenso werden, soweit dies konstruktiv machbar ist, Maßnahmen durchgeführt, um die Weiterleitung von Körperschall zu vermeiden.

²⁶ Ohms 2003.

²⁷ Bareiß et al. 1996; Betke 1997.

²⁸ Gabriel & Klug 1997, S. 72.

2.1.1.2 Ermittlung des Geräuschemissionsverhalten von WEA

Für die Art und Weise der Ermittlung von Emissionsdaten für WEA gibt es allgemein anerkannte technische Richtlinien der Fördergesellschaft für Windenergie²⁹. Üblicherweise werden zur Kennzeichnung der Geräuschemission eines Anlagentyps eine oder mehrere Anlagen dieses Typs durch unabhängige Messinstitute vermessen.

Die Schallemissionen von WEA werden nach dem Verfahren der DIN EN 61400-11 "Windenergieanlagen, Teil 11: Schallmessverfahren" in Verbindung mit den "Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte" ermittelt. Die Anwendung dieser Regelwerke wurde u.a. vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) empfohlen.

Als Ergebnis der Messungen werden in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit der A-bewertete Schalleistungspegel und die Frequenzzusammensetzung des Geräusches ausgewiesen. Falls das Geräusch Einzeltöne enthält oder impulsartig ist, gibt es entsprechende Zuschläge (Tonzuschlag nach DIN 45681 bzw. Impulzzuschlag nach TA Lärm) auf den A-Leistungspegel.

Eine Zusammenstellung des staatlichen Umweltamtes Bielefeld der Emissionsdaten von WEA³⁰ zeigt, dass bei Anlagen gleicher elektrischer Nennleistung der Schwankungsbereich der Schallemissionen 7 bis 8 dB(A) betragen kann, d.h. Anlagen unterschiedlicher akustischer Qualität auf dem Markt vertreten sind. Daher müssen Anlagen mit großer elektrischer Nennleistung - bei gleicher Windgeschwindigkeit - nicht grundsätzlich eine höhere Schallemission aufweisen als Anlagen mit geringerer Nennleistung.

2.1.1.3 Schallimmissionen im Umfeld von WEA

Die Schalldruckpegel, die im Umfeld von WEA auftreten, sind von verschiedenen Faktoren abhängig. Zum einen ist natürlich die Emissionsstärke der Anlage selbst, zum zweiten ist die Anzahl der Anlagen und die Windgeschwindigkeit von Bedeutung. Für eine Konzentrationszone von sieben WEA, die eine typische Schallemission von 103 dB aufweisen, ergeben sich nach einem Berechnungsverfahren der TA Lärm für die Umgebung der WEA die in Abbildung 8 dargestellten Schallpegel. Vorausgesetzt bei der Berechnung ist der Nennleistungsbetrieb der WEA, das heißt der Betrieb mit höchstmöglicher Stromerzeugung bei kräftigem Wind. Für Immissionsorte in Hauptwindrichtung (hier in Richtung Osten) ergeben sich bei diesem Beispiel folgende Beurteilungspegel:

45 dB(A) in 440 m Abstand

40 dB(A) in 740 m Abstand

35 dB(A) in 1100 m Abstand.

²⁹ FGW (Fördergesellschaft für Windenergie), Teil O - Teil 3.

³⁰ LUA NRW 2002b, S. 10, Bild 3.

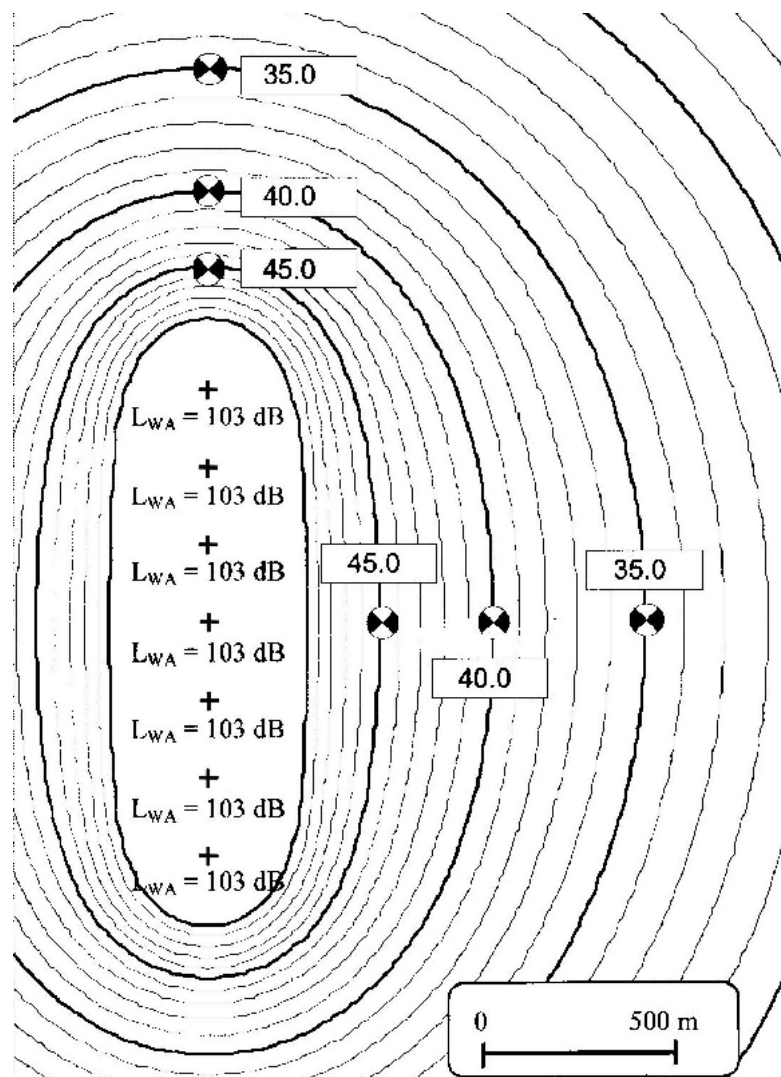


Abbildung 8: Kurven gleicher Schalldruckpegel im Umfeld von sieben Windenergieanlagen
(Quelle: LUA NRW 2002b, S. 16, Abb. 5, verändert)

2.1.1.4 Emission von Infraschall von WEA

Unter Infraschall versteht man Luftschallwellen mit Frequenzen unterhalb des menschlichen Hörbereiches. Als Grenze zum Hörschall wird allgemein 20 Hz angenommen. Die Wellenlänge von Infraschall liegt zwischen 17 (bei 20 Hz) und 170 m (bei 2 Hz). Aufgrund dieser großen Wellenlänge hat Infraschall andere Eigenschaften als Hörschall. So ist die Ausbreitungsdämpfung durch Luftabsorption äußerst gering, durch Hindernisse wie Schutzwälle kaum möglich und auch die Schalldämmung durch Bauteile beträgt nur wenige dB. Die Schallpegelabnahme erfolgt daher fast ohne Energieverlust nur nach geometrischen Gesetzen und beträgt 6 dB pro Entfernungsverdoppelung.³¹

Infraschall wird von verschiedenen natürlichen Quellen wie Wind oder Meeresbrandung, aber auch von technischen Quellen, wie Klima- und Belüftungsanlagen, Industrie- und Gewerbeanlagen oder Verkehrsmittel (PKW; Flugzeuge, Schiffe), erzeugt. Auch WEA produzieren durch die rotierenden Flügelbewegungen Infraschall.

Bei der normalen Geräuschwahrnehmung ab etwa 20 Hz kann der Mensch sowohl die Lautstärke als auch die Tonhöhe erkennen. Bei Infraschall ist diese differenzierte

³¹ Borgmann 1996, S. 2.

Tonhöhenwahrnehmung nicht mehr möglich.³² Trotzdem kann das Ohr Luftdruckschwankungen im Infraschallbereich ab einer Frequenz von etwa 1 Hz wahrnehmen. Allerdings nimmt die Empfindlichkeit des Ohres zu tiefen Frequenzen hin stark ab, so dass der Schalldruckpegel relativ hoch sein muss, um eine Wahrnehmbarkeit zu erreichen. Bei 100 Hz liegt die Hörschwelle um 23 dB, bei 20 Hz schon über 70 dB.³³

In den 80er Jahren gab es einige Untersuchungen zur Wirkung von Infraschall durch das Bundesgesundheitsamt. So wurden insgesamt über 100 Personen in verschiedenen Versuchsanordnungen Infraschallpegeln von bis zu 125 dB ausgesetzt und dann mit sozialwissenschaftlichen und biochemischen Methoden bezüglich ihrer Reaktionen untersucht³⁴. Tatsächlich erwies sich dabei der unhörbare Infraschall als "völlig harmlos", so die Autoren im Vorwort ihrer Studie.

Als Zusammenfassung aller Erkenntnisse bezüglich tieffrequenter Schallimmissionen wurde 1992 der Normentwurf DIN "Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft" herausgegeben. Damit steht ein geeignetes Werkzeug zur einheitlichen Beurteilung derartiger Geräuscheinwirkungen zur Verfügung.

Die von modernen WEA erzeugten Infraschallanteile liegen im Immissionsbereich deutlich unterhalb der Hörschwelle des Menschen. In Bayern wurde an einer modernen 1 MW-Anlage eine Langzeit-Geräuschemissionsmessung vorgenommen, die auch den Infraschall umfasste (Tabelle 6). Dabei ist zu beachten, dass die gemessenen Infraschallpegel nicht nur dem Betrieb der WEA zugerechnet werden können, sondern auch durch den Wind selbst als typische Infraschallquelle bedingt sind. Eine Fremdgeräuschkorrektur der gemessenen Pegel, mit deren Hilfe der Infraschall, den die WEA verursacht, bestimmt werden kann, wurde nicht durchgeführt.

Tabelle 6: Infraschallpegel, ermittelt in 250 m Abstand von einer 1 MW-Windenergieanlage bei der Windgeschwindigkeit von 15 m/s im Vergleich zum Hörschwellenpegel
(Quelle: HAMMERL & FICHTNER 2000)

Frequenz	8 Hz	10 Hz	12.5 Hz	16 Hz	20 Hz
Infraschallpegel	72 dB	71 dB	69 dB	68 dB	65 dB
<i>zum Vergleich: Hörschwelle</i>	<i>103 dB</i>	<i>95 dB</i>	<i>87 dB</i>	<i>79 dB</i>	<i>71 dB</i>

Alle im Infraschallbereich liegenden Schallimmissionen lagen unterhalb der Hörschwelle des Menschen und weit unterhalb der typischerweise in Fahrzeugen oder Maschinenräumen auftretenden Schalldruckpegel von 100 dB bis 120 dB.³⁵

Eine weitere Messung von tieffrequentem Schall einer WEA hat u.a. untersucht, welchen Anteil der Betrieb der WEA an dem gemessenen Gesamt-Infraschallpegel ausmachte.³⁶ Das in Abbildung 9 dargestellte Spektrum zeigt das Ergebnis der Messung in einer Entfernung von 200 m.

³² LUA NRW 2002b, S. 19.

³³ LfU Baden-Württemberg; www.lfu.baden-wuerttemberg.de/lfu/abt3/laerm/kap-11.htm.

³⁴ Ising et al. 1982.

³⁵ Ising et al. 1982, S. 6.

³⁶ Betke & Remmers 1998.

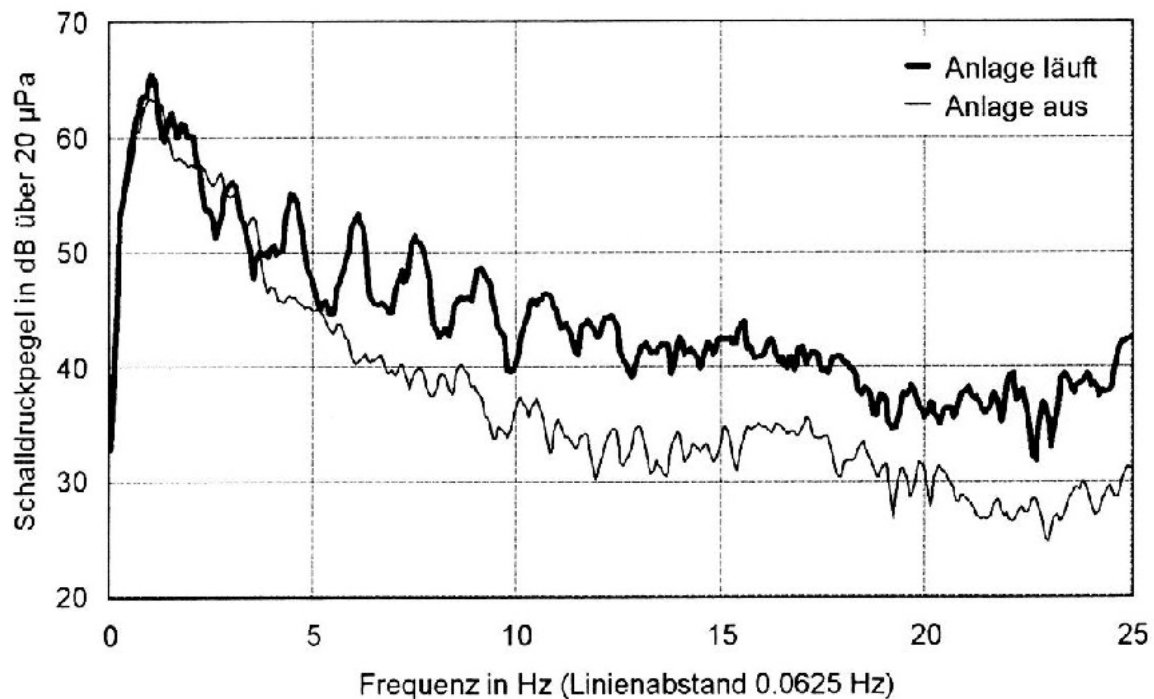


Abbildung 9: Schalldruckpegel einer WEA im Infrasschallbereich in 200 m Entfernung bei Betrieb der Anlage (dickere Linie = Anlage läuft) und ohne Betrieb der Anlage (dünnere Linie = Anlage aus).

(Quelle: Betke & Remmers 1998, Bild 2)

Dieses Spektrum zeigt deutlich, dass bei einem durchschnittlichen Schalldruckpegel von etwa 45 dB nur ungefähr 10 dB aus dem Betrieb der WEA resultieren und 35 dB ohnehin durch den Wind erzeugt werden. Auch an einer der zur Zeit größten WEA, einer 1,65 MW-Anlage wurden bereits Infrasschallmessungen durchgeführt.³⁷ Bei dieser Messung in 100 m Entfernung zur Anlage wurde z. B. bei einem Terzpegel von 10 Hz, bei dem die Hörschwelle bei etwa 95 dB liegt, ein von der WEA ausgehender Schalldruckpegel von 58 dB ermittelt.

In Abbildung 10 sind einige Spektren tieffrequenter Schalle zusammen mit der Hörschwelle nach DIN 45680 (Stand 3/1997) dargestellt. Daraus wird nicht nur deutlich, dass im Infrasschallbereich die Schalldruckpegel einer WEA (gemessen wiederum in 200 m Entfernung) unterhalb der Hörschwelle liegt, sondern auch, dass allgemein akzeptierte Alltagsgeräusche wie das Innengeräusch in einem PKW, deutlich höhere Schalldruckpegel haben. In einem PKW bei 100 km/h ist der Infrasschall so stark, dass er hörbar ist.

Es liegen also für alle derzeit gängigen Größen von WEA Infrasschallmessungen vor, die übereinstimmend zeigen, dass der Infrasschall von WEA auch im Nahbereich der Anlagen (100 - 250 m Entfernung) deutlich unterhalb der Hörschwelle liegen.

³⁷ ITAP-Institut 2000.

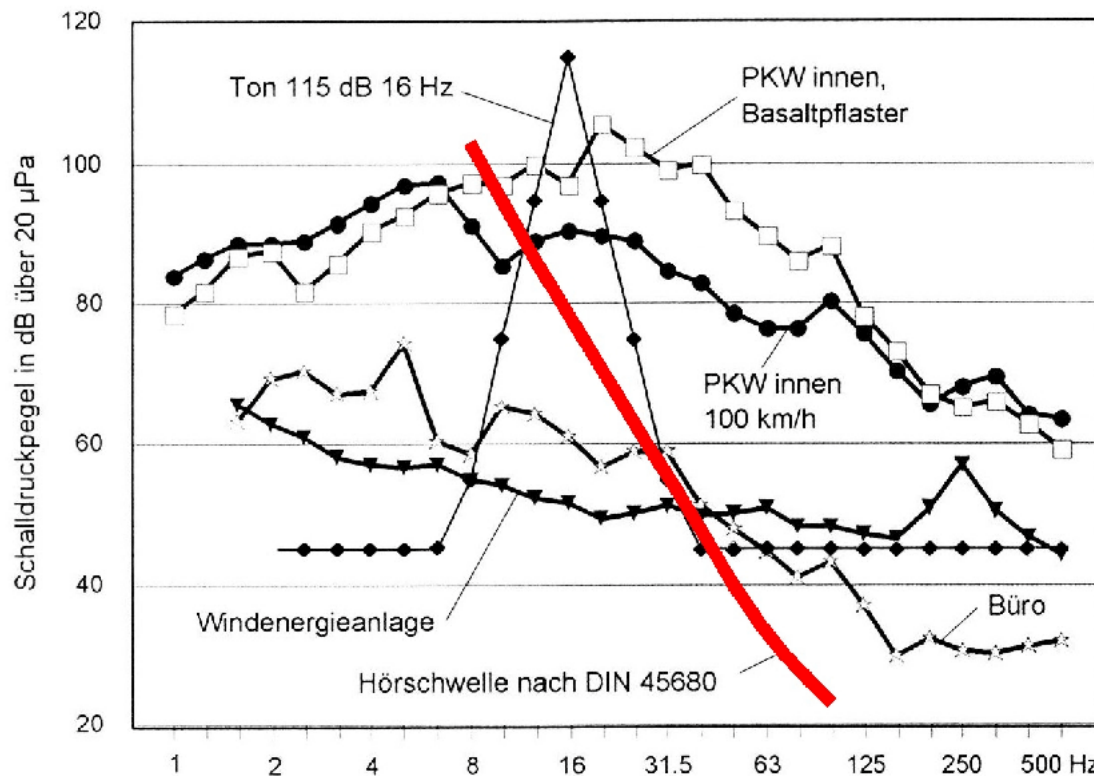


Abbildung 10: Spektren einiger tieffrequenter Geräusche im Verhältnis zur Hörbarkeitsschwelle des Menschen.
(Quelle: Betke & Remmers 1998, Bild 3, verändert)

2.1.1.5 Wirkungen von Infraschall auf den Menschen

Es besteht die Besorgnis, dass Infraschall sowohl Schädigungen des Gehörs als auch anderer Organe verursachen als auch allgemeine Befindlichkeitsstörungen bewirken könnte.

Um die Schwelle für mögliche Schädigungen feststellen zu können, wurden verschiedene Untersuchungen vorgenommen, die sowohl eine mögliche Schädigung des Wahrnehmungsorganes als auch darüber hinausgehende Schädigungen prüften. In Laborversuchen am Menschen wurde festgestellt, dass auch der Infraschall die vom hörbaren Schall bekannten Wirkungen auf den Menschen haben kann. Dies gilt aber nur, sobald der Schalldruckpegel die Hörschwelle erreicht.³⁸

Infraschall im Frequenzbereich zwischen 2 und 20 Hz verursacht nach heutigem Wissensstand keine Gehörschädigung, wenn der Mittelungspegel - bezogen auf 8 Stunden pro Tag - unter 135 dB und der Maximalpegel unter 150 dB liegt³⁹. Diese Werte werden von der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt als Grenzwerte für den Arbeitsplatz angegeben. Störungen des Wohlbefindens können auftreten, wenn der Mittelungspegel des Infraschalls am Arbeitsplatz 120 dB übersteigt.⁴⁰

Derartig hohe Schalldruckpegel werden durch WEA nicht erreicht. In den dargestellten Messungen in nur 100 bis 250 m Entfernung zur WEA wurden - bei einer extrem hohen

³⁸ Schust 1997.

³⁹ Suva 2003.

⁴⁰ Suva 2003.

Windgeschwindigkeit, durch die selbst ein hoher natürlicher Infraschall erzeugt wird - Werte im Bereich von 70 dB bzw. bei normalen Windverhältnissen Werte um 50 dB gemessen. Da auch der Infraschall mit der Entfernung von der Schallquelle pro Entfernungsverdoppelung um 6 dB an Stärke abnimmt, ist bei den aufgrund der sich aus der TA Lärm ergebenden notwendigen Abständen von WEA zu Wohngebieten (vgl. Kap. 2.1.3 und 1.5.2), die im Durchschnitt bei mindestens 500 m liegen, keine vom Infraschall ausgehende Gefährdung bzw. Belästigung der dort wohnenden Menschen zu erwarten.

2.1.2 Bestehende Regelungen

Der Schutz des Menschen vor einer schädlichen Einwirkung durch Schall ist der Immissionsschutz. Das heißt, es geht um die an einem bestimmten Punkt, z. B. einer Siedlung, ankommenden und dort einwirkenden Geräusche. Hierfür sind in der Technischen Anleitung (TA) Lärm⁴¹ bundeseinheitlich Richtwerte festgesetzt, die am Tag und in der Nacht in definierten Gebieten (Dorfgebiet, Reines Wohngebiet etc.) erreicht werden dürfen (Tab. 7). Lärm im Sinne der TA Lärm ist eine "schädliche Umwelteinwirkung durch Geräusche", einfacher gesagt störender Schall.

Tabelle 7: Immissionsrichtwerte für verschiedene Siedlungstypen

(Quelle: TA Lärm 1998)

Gebietsausweisung bzw. Nutzung	Immissionsrichtwerte	
	tags	nachts
Industriegebiet	70 dB(A)	70 dB(A)
Gewerbegebiet	65 dB(A)	50 dB(A)
Kerngebiet, Dorfgebiet, Mischgebiet	60 dB(A)	45 dB(A)
allgemeines Wohngebiet, Kleinsiedlungsgebiet	55 dB(A)	40 dB(A)
Reines Wohngebiet	50 dB(A)	35 dB(A)
Kurgebiet, Krankenhäuser, Pflegeanstalten	45 dB(A)	35 dB(A)

Diese in dB (A), das ist der A-bewertete Schalleistungspegel, angegebenen Werte stellen also die gesellschaftliche Einigung dar, welche Menge an Geräuschen in welchen Gebieten akzeptabel und hinzunehmen sind. Dabei werden die Geräusche aller dorthin wirkender Emissionsquellen, die dem Bundesimmissionsschutzgesetz unterliegen, zusammen betrachtet. Vom Straßenverkehr verursachter Lärm geht in dieser Technischen Anleitung nicht mit in die Betrachtung ein, da der Verkehr nicht dem Immissionsschutzgesetz unterliegt.

Neben den Immissionsrichtwerten erfolgt auch die Messung und Beurteilung der Geräusche von Windenergieanlagen nach den Festlegungen der TA Lärm. Diese Anleitung wird immer bei der Genehmigung von WEA herangezogen, egal ob die Genehmigung nach dem Bundesimmissionsschutz-Gesetz erfolgt oder im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens (vgl. Kap. 1.4.2).

Für die Beurteilung muss dabei derjenige Betriebszustand der WEA zu Grunde gelegt werden, der zu den höchsten Beurteilungspegeln führt. Als Näherungswert wird dafür eine standardisierte Windgeschwindigkeit von 10 m/s angenommen. Falls eine Anlage 95% ihrer Nennleistung schon bei niedrigeren Windgeschwindigkeiten erzeugt, wird das

⁴¹ TA Lärm 1998.

Geräuschverhalten dieser Leistung zu Grunde gelegt.

Für die Geräuschimmissionsprognose gibt es in der TA Lärm drei verschiedene Methoden:

- die überschlägige Prognose gemäß Abschnitt A.2.4,
- die detaillierte frequenzselektive Prognose nach DIN ISO 9613-2 und
- die Prognose nach dem "alternativen Verfahren zur Berechnung A-bewerteter Schalldruckpegel" der DIN ISO 9613-2, Abschnitt 7.3.2.

Die überschlägige Prognose wird bei konkreten Planungen fast nie angewendet. Mit ihr liegt man aber aus Immissionsschutzsicht immer "auf der sicheren Seite", da Ausbreitungsverluste des Schalls durch Luftabsorption und Bodendämpfung bei dieser Methode vernachlässigt werden. Gemäß dem Wortlaut der TA Lärm soll die Geräuschprognose frequenzselektiv erfolgen, wenn die dafür notwendigen Daten vorliegen. Es hat sich aber gezeigt, dass das frequenzselektive Berechnungsverfahren die Bodendämpfung für hochliegende Schallquellen wie WEA bei Schallausbreitung über Äcker und Wiesen überschätzt.⁴² Die Berechnung nach dem "alternativen Verfahren" führt dagegen zu prognostizierten Immissionspegeln, die geringfügig oberhalb der gemessenen Werte liegen. Damit ist dieses Verfahren für die Betroffenen auch ein sicheres Verfahren, da die Lärmbelastung eher über- als unterschätzt wird.

2.1.3 Empfehlungen

Hinsichtlich der **Anlagentechnik** gibt es verschiedene Möglichkeiten, die WEA möglichst ruhig zu betreiben. Eine optimale Schalldämmung der Gondel sollte dabei selbstverständlich sein. Der Einsatz von pitch-gesteuerten WEA ist den anderen Steuerungsmöglichkeiten vorzuziehen, da hierbei die Schallemission bei einem Überschreiten der Nennleistung nicht weiter zunimmt. Stallgesteuerte Anlagen sollten so betrieben werden, dass durch technische Regelungen eine Obergrenze der Lärmemissionen nicht überschritten wird. Schließlich sollten ausschließlich WEA errichtet werden, deren Schallemissionen keine Einzeltöne enthalten. An einer Optimierung der Flügelform in Hinsicht auf einen möglichst schalloptimierten Lauf sollte gearbeitet werden.

In Bezug auf die **Planung** sollte die Berechnung der Schallimmissionsprognosen grundsätzlich nach dem "alternativen Verfahren zur Berechnung A-bewerteter Schalldruckpegel" der DIN ISO 9613-2, Abschnitt 7.3.2, erfolgen, um eine Unterschätzung der Immissionen zu vermeiden.

Die in der TA Lärm angegebenen Emissionsrichtwerte sind einzuhalten. In erster Linie sollte dies durch eine räumliche Anordnung in einem entsprechenden Abstand von schutzwürdiger Bebauung erfolgen. In der Regel werden WEA im ländlichen Raum errichtet, so dass ein nächtlicher Emissionsrichtwert von 45 dB(A) (für Dorf- oder Mischgebiete) bzw. 40 dB(A) (für allgemeine Wohngebiete) anzuwenden ist. Abbildung 8 zeigte, dass ein Windpark von 7 modernen WEA normaler Emissionsstärke in 440 m Abstand eine Schallstärke von 45 dB(A) und in 740 m Abstand eine Schallstärke von 40 dB(A) erzeugt. Ein Abstand von 500 m zu dörflichen Siedlungen würde also in der Regel ausreichen, um die von der TA Lärm vorgesehenen Immissionsrichtwerte für die Nacht zu erfüllen. Selbstverständlich muss aber in jedem Einzelfall ermittelt werden, wie stark die schon bestehenden Immissionsbelastungen sind, damit die Richtwerte durch die Neuerrichtung von WEA überschritten werden. Falls durch die räumliche Anordnung allein die Immissionsrichtwerte der TA Lärm nicht erfüllt werden können (etwa weil hohe Vorbelastungen bestehen oder besonders schutzwürdige Gebiete vorhanden sind), muss der Betrieb der WEA so geregelt werden, dass zu hohe Lärmbelastungen nicht

⁴² LUA NRW 2002, S. 14.

auftreten. Das bedeutet, dass die Anlagen beispielsweise bei zu hoher Windgeschwindigkeit oder nachts ausgeschaltet werden müssen.

2.2 Optische Effekte

WEA können vor allem durch den bewegten Rotor aber auch durch eine eventuelle Befeuerng störende optische Beeinträchtigungen in ihrer Umgebung verursachen. Die durch den Rotor bedingten Effekte wie periodischer Schattenwurf und Lichtreflexe sind allerdings nur bei ausreichendem Sonnenschein wirksam.

2.2.1 Sachstand

2.2.1.1 Schatten

Der bewegte, periodische Schattenwurf von WEA ist rechtlich als Immission im Sinne des § 3 (2) des Bundes-Immissionsschutzgesetzes anzusehen. Die Belästigungswirkung derartiger Immissionen wurde in zwei aktuellen wissenschaftlichen Untersuchungen der Universität Kiel erforscht.⁴³ Diese Studien belegen die Stressorwirkung des bewegten Schattenwurfs von WEA, die zu Herz-Kreislaufreaktionen führen kann. Auch im Rahmen von Gerichtsurteilen wurde diese Wirkung in den letzten Jahren wiederholt bestätigt und festgelegt, dass der bewegte Schattenwurf ab einer Einwirkdauer von mehr als 30 Minuten/Tag und insgesamt mehr als 30 h/Jahr unzumutbar belästigend ist.⁴⁴

Die räumliche Wirkung des Schattenwurfes nimmt mit steigender Größe der WEA zu. In Abbildung 11 ist der maximal mögliche Beschattungsbereich einer nach heutigen Maßstäben "großen" WEA mit 2 MW Leistung und einer Gesamthöhe von 140 m, die in unseren Breiten aufgestellt wird, dargestellt. Der jeweilige Schattenwurf innerhalb dieses möglichen Beschattungsbereiches ist natürlich abhängig vom tages- und jahreszeitlichen Sonnenstand. Aufgrund des unterschiedlichen Sonnenstandes zu verschiedenen Tageszeiten sind besonders in westlicher und östlicher Richtung zu einer WEA grundsätzlich große Schattenreichweiten möglich. Allerdings wird die Intensität des Schattens mit zunehmender Entfernung immer geringer, so dass auf der Basis wissenschaftlicher Untersuchungen eine "Belästigungsgrenze" aufgrund geringen Schattenkontrastes in einer Entfernung von etwa 1300 m vom WEA-Standort festgestellt werden konnte.⁴⁵

Außerhalb des möglichen Beschattungsbereiches kann das Auftreten von periodischem Schattenwurf ausgeschlossen werden. Innerhalb des Beschattungsbereiches kann periodischer Schattenwurf auftreten.

⁴³ Pohl et al. 1999/2000.

⁴⁴ So z. B.: OVG Greifswald 8.3.1999, Az. 3 M 85/98.

⁴⁵ Freund 1999.

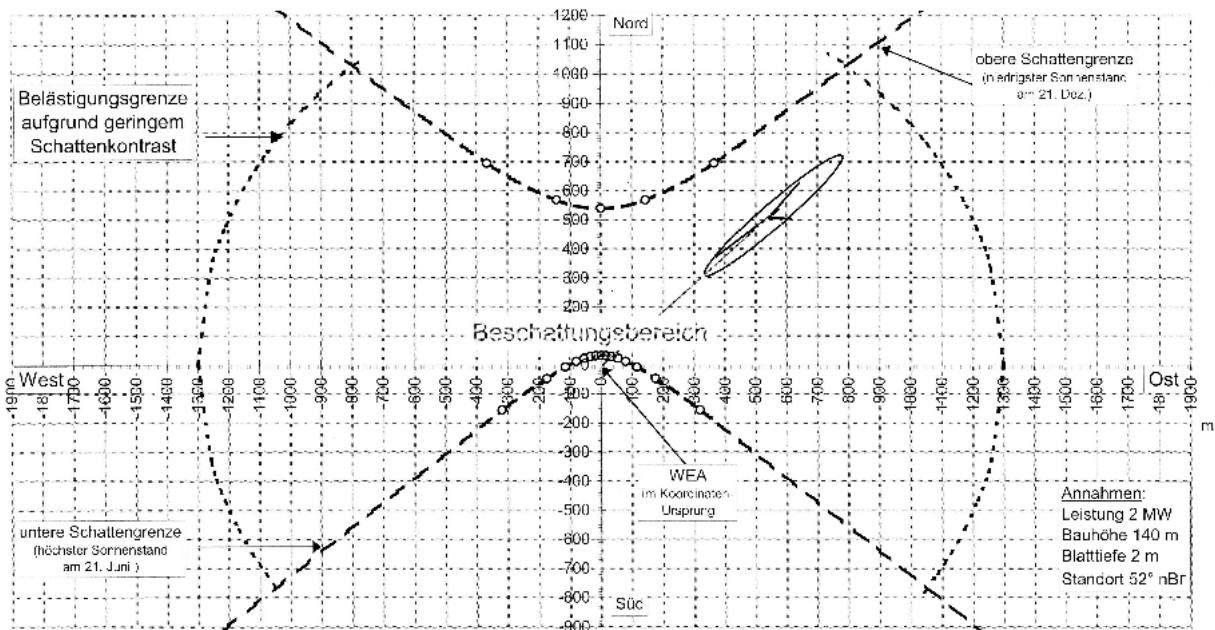


Abbildung 11: Möglicher Beschattungsbereich einer 140 m hohen Windenergieanlage.
(LAI - Länderausschuss für Immissionsschutz 2003)

Bei der Berechnung der maximalen Schattenwirkung wird angenommen, dass sich die Rotorblätter als Schattenemittenten immer rechtwinklig zur horizontalen Einstrahlachse der Lichtquelle befinden. Das ist natürlich tatsächlich nicht der Fall, denn die Rotorblätter stellen sich im Betrieb immer senkrecht zur Windrichtung, die nur zeitweise mit dem Einstrahlwinkel der Sonne übereinstimmt. Daher ist die Berücksichtigung der Windrichtung bzw. der statistischen Verteilung der Häufigkeit von Windrichtungen für die Zeitermittlung der realen Schattenimmissionen von entscheidender Bedeutung.

Buchmann berechnet für verschiedene Immissionsorte die tatsächlichen Schatteneinwirkungsmöglichkeiten einer 110 m hohen WEA.⁴⁶ Abbildung 12 zeigt einen angenommen Immissionsort in 500 m Entfernung zur WEA und die sich aus der am Standort herrschenden Windrichtungsverteilung ergebenden maximalen Immissionszeitsummen.

Für diesen Standort ist nur in den Zeiträumen vom 12. Januar bis zum 6. Februar und vom 7. November bis zum 2. Dezember jeweils nachmittags zwischen 15.00 und 16.00 Uhr mit dem Auftreten von bewegtem Schatten zu rechnen, wobei insgesamt im Jahr maximal 10,86 Stunden Beschattung auftreten kann. Dabei liegt die tägliche maximale Schatteneinwirkzeit jeweils unter einer halben Stunde. Das setzt aber voraus, dass in genau der Zeit zwischen möglichem Schattenein- und Schattenausritt an diesem Immissionsort auch tatsächlich die Sonne scheint.

⁴⁶ Buchmann 2003.

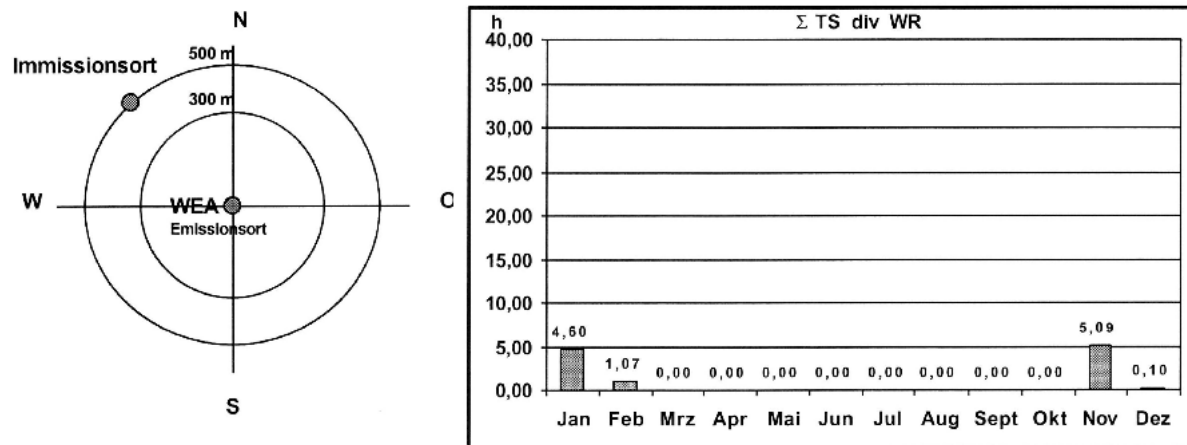


Abbildung 12: Schattenimmissionszeitsummen an einem Immissionsort in 500 m Entfernung zu einer 110 m hohen WEA.
(Quelle: Buchmann 2003, Beispiel 2a und Tab. 16, verändert)

In 500 m Entfernung zur WEA gibt es einige Punkte im Westen und Osten der Anlage, an denen an mehr als 10 Stunden im Jahr Beschattung auftreten kann (s. Abb. 13), bei 400 m Entfernung liegt die maximal mögliche Beschattung einiger Flächen bei 25 Stunden pro Jahr⁴⁷. Bei einer Entfernung von 1000 m zum WEA-Standort kann nur noch an maximal 4,5 Stunden im Jahr an einem Punkt im Nordwesten und einem kleinen Bereich im Osten der Anlage Beschattung auftreten.

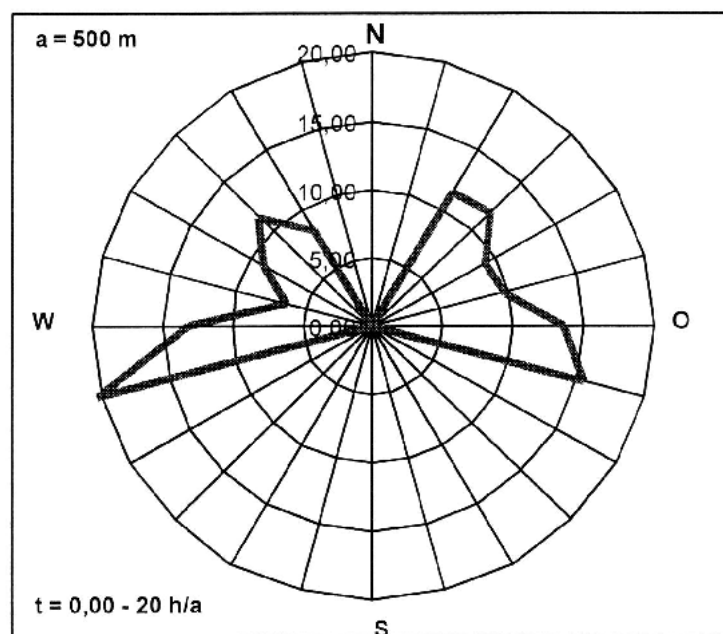


Abbildung 13: Maximale Schattenwurfzeiten pro Jahr einer 110 m hohen WEA unter Berücksichtigung der Windrichtungsverteilung an einem Standort in Deutschland.
(Quelle: Buchmann 2003, Tab. 19.5)

⁴⁷ Buchmann 2003, S. 105.

2.2.1.2 Reflexionen

Bei Sonnenschein können an einer WEA störende Reflexionen des Sonnenlichts ("Disko-Effekt") auftreten, deren Intensität maßgeblich abhängig ist von der Oberfläche der Rotorblätter, insbesondere von dem Glanzgrad und dem Reflexionsvermögen der gewählten Farbe. Die Reflexionen können von einem bestimmten Ort wahrgenommen werden, wenn die Strahlenein- und Ausfallwinkel von und zur jeweiligen WEA für einen reflektierenden Bestandteil des Rotors übereinstimmen.

Eine quantitative Abschätzung des Auftretens von Lichtreflexionen hat Behr 1992 vorgenommen. Unter vereinfachter Betrachtung einer Beurteilungssituation (Annahme ebener Rotorblätter ohne Berücksichtigung der Blattform, keine Berücksichtigung kurzfristiger Windrichtungsänderungen) wurde damit ermittelt, dass Lichtreflexionen aus astronomischen Gegebenheiten in einem Großteil des Jahres bei entsprechender Sonnenhöhe über dem Horizont jeweils einmal in den Vor- und den Nachmittagsstunden eines Tages an einem Immissionspunkt auftreten können. Wegen der kontinuierlichen Bewegung der Sonne am Himmel ist dies jeweils nur kurzzeitig (minutenweise) zu erwarten. Zu einigen Zeitpunkten des Jahres können überhaupt keine Sonnenreflexe auf einen beispielhaften Immissionspunkt fallen, weil die Sonne nicht die erforderliche Höhe über den Horizont erreicht. In den anderen Zeiten treten die Reflexe aufgrund der für die Wahrnehmbarkeit relevanten meteorologischen Einflüsse von Bewölkung und Windrichtung (die die Rotorstellung bestimmt) nur in ca. 10% aller astronomisch möglichen Fälle auf.

Die Intensität der Lichtreflexe einer WEA hängt maßgeblich von den Reflexionseigenschaften der Rotoroberfläche, speziell dem Glanzgrad und dem Reflexionsvermögen der gewählten Farbe, ab. In der Regel werden heute bei der Rotorbeschichtung mittelreflektierende Farben und matte Glanzgrade verwendet, um die Intensität möglicher Lichtreflexe zu minimieren.

2.2.1.3 Beleuchtung

Da alle WEA, die eine Gesamthöhe von 100 m und mehr aufweisen, zum Zweck der Flugsicherung nachts beleuchtet werden müssen (vgl. Kap. 1.2.3.5), werden aktuell fast alle neu errichteten WEA mit einer Befeuerung versehen. Die rot blinkenden Gefahrenfeuer, von denen jeweils zwei auf einer WEA-Gondel angeordnet sind, stellen in der Dunkelheit ein extrem auffälliges und weithin sichtbares Element dar. In Windparks sind diese Beleuchtungen bislang meist nicht synchron geschaltet, so dass mehrere WEA ein ständiges, schnelles und unregelmäßiges rotes Blitzen verursachen, welches die Aufmerksamkeit auf sich lenkt und sehr unruhig wirkt. Synchron gestaltete Gefahrenfeuer wirken ruhiger, allerdings - wenn es viele WEA sind - auch massiver.

Die Tagesbefeuerung von über 100 m hohen WEA mit weißem Licht als Alternative zu roten Streifen auf den Rotorblättern wird bislang nur vereinzelt angewendet. Am Tag ist dieses Licht wenig auffällig, tritt aber in der Dämmerung sehr in den Vordergrund.

Zu den Auswirkungen der Gefahrenbefeuerung der WEA auf den Menschen liegen noch keine Untersuchungen vor.

2.2.2 Bestehende Regelungen

Für die optischen Immissionen durch Schattenwurf und Lichtreflexe gibt es bislang keine rechtsverbindlichen Beurteilungsvorschriften zur Bestimmung der immissionsschutzrechtlichen Erheblichkeitsgrenzen. Deshalb wurden in verschiedenen Bundesländern in den letzten Jahren Beurteilungskriterien entwickelt, die sich in den Beurteilungshinweisen des

Arbeitskreises für Lichtimmissionen des Länderausschusses für Immissionsschutz niedergeschlagen haben⁴⁸. Damit soll eine bundesweit einheitliche Beurteilungspraxis ermöglicht werden. Nach diesen Hinweisen gilt eine Belästigung durch zu erwartenden Schattenwurf dann als zumutbar, wenn die maximal mögliche Einwirkdauer am jeweiligen Immissionsort nicht mehr als 30 Stunden pro Jahr und darüber hinaus nicht mehr als 30 Minuten pro Tag beträgt.

Bei den maximal akzeptablen 30 Stunden Beschattung pro Jahr handelt es sich um die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, bei der vorausgesetzt wird, dass die Sonne während der gesamten Zeit zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang bei durchgehend wolkenlosem Himmel scheint, die Rotorfläche senkrecht zur Sonneneinstrahlung steht und die WEA in Betrieb ist. Tatsächlich entspricht dieses bei den hiesigen meteorologischen Bedingungen etwa einer Einwirkzeit von real 8 Stunden im Jahr.

Lichtreflexe stellen "nach Kenntnis und Einschätzung des Landesumweltamtes [NRW] entsprechend dem Stand der Technik (Berücksichtigung o.g. Empfehlungen zur Oberflächenbeschaffenheit) derzeit kein besonderes Problempotential (mehr) dar"⁴⁹.

2.2.3 Empfehlungen

2.2.3.1 Empfehlungen für die Anlagentechnik

Zur Minimierung möglicher Reflexionen sollen generell nur mittelreflektierende Farben und matte Glanzgrade für den Anstrich von WEA verwendet werden.

Um eine maximale Schatteneinwirkzeit von 8 h/Jahr bzw. 30 min pro Tag zu garantieren, sollten die WEA mit einer Abschaltautomatik versehen sein, die durch Strahlungs- oder Beleuchtungstärkesensoren die konkrete meteorologische Beschattungssituation am Immissionspunkt erfasst und die vorhandene Beschattungsdauer nötigenfalls durch Abschalten der Anlage begrenzt.

Hinsichtlich der Befehrerung können mehrere Maßnahmen zu einer Verminderung der möglichen Störungen beitragen. Zum einen sollte die Gefahrenbefehrerung in einem Windpark synchronisiert werden, um den Eindruck von Unruhe etwas zu vermindern. Noch bedeutsamer ist die Reduzierung der Beleuchtungsstärke der Gefahrenbefehrerung auf das in den aktuellen Vorschriften verlangte Mindestmaß. Darüber hinaus sollten Beleuchtungselemente eingesetzt werden, die nur nach oben abstrahlen und daher vom Boden aus weniger auffallen.

2.2.3.2 Empfehlungen für die Planung

In einem Schattenwurfgutachten, das die konkrete Situation vor Ort erfasst, sollen die maximalen Schattenwurfzeiten für die notwendigen Immissionspunkte ermittelt werden und die Anordnung der WEA derart ausgerichtet werden, dass die genannten Richtwerte nicht überschritten werden.

⁴⁸ LAI 2003.

⁴⁹ LUA NRW 2002a.

2.3 Aerodynamische Effekte

2.3.1 Sachstand

Das Prinzip von Windenergieanlagen ist es, dem Wind Energie zu entziehen, d. h. es erfolgt im Bereich der Rotorblatt-“Scheibe” eine Verringerung des Energiegehaltes des Windes, der Wind wird gebremst. Im Idealfall bremst eine WEA den Wind im Bereich der Rotorebene um zwei Drittel seiner ursprünglichen Geschwindigkeit herab (Betz'sches Gesetz). Auf der windabgewandten Seite des Rotors trifft der langsamere Wind hinter dem Rotor mit dem schnelleren Umgebungswind zusammen und dadurch kommt es zu Turbulenzen, die die Luft vermischen. Zusätzlich ergibt sich durch die Drehbewegung des Rotors, dass die Luft hinter dem Rotor in kreisförmige Strömungsbewegungen versetzt wird.

Insgesamt ergibt sich dadurch der sogenannte Nachlauf-Effekt von WEA, d. h. Luftverwirbelungen bzw. Turbulenzen hinter der WEA. Da der Wind zusätzlich etwas nach außen abgelenkt wird, ist der turbulente Bereich größer als die Rotorblatt-“Scheibe”.⁵⁰ Nach einer gewissen Entfernung normalisiert sich die Luftbewegung wieder auf den Umgebungszustand.

Ein anderer, allerdings sehr kleinräumiger Effekt ergibt sich hinsichtlich des Luftdruckes. Dieser steigt vor dem Rotor allmählich an und liegt direkt vor dem Rotor deutlich höher als der Umgebungsluftdruck, da der Rotor als Hindernis im Luftstrom wirkt und die anströmende Luft dadurch gestaut, d. h. stärker komprimiert wird. In gleichem Maße ergibt sich kurz hinter dem Rotor ein Luftdruckabfall. Dieses Phänomen betrifft aber nur den Bereich der Rotorblatt-“Scheibe”. Weitere Auswirkungen, etwa auf das Mikroklima, sind nicht zu erwarten.

2.3.2 Bestehende Regelungen

Aufgrund des Nachlauf-Effektes werden WEA in Windparks in gewissen Mindestabständen errichtet, damit sie sich nicht gegenseitig “den Wind wegnehmen”. Standardmäßig beträgt der Abstand der WEA in Hauptwindrichtung mindestens 5 x Rotordurchmesser und quer zur Hauptwindrichtung mindestens 3 x Rotordurchmesser. Bei den derzeit aktuellen 1 - 2 MW-Anlagen mit etwa 60 bis 80 m Rotordurchmesser ist also davon auszugehen, dass in einer Entfernung von 300 bis 400 m hinter der WEA die durch die Rotorbewegung verursachten Turbulenzen abgeklungen sind.

2.3.3 Empfehlungen

Die Einhaltung der Mindestabstände von WEA in einem Windpark dient in erster Linie einer optimalen Energieausbeute. Darüber hinaus werden so aber auch Schäden an den WEA selbst vermieden, da durch die Turbulenzen hinter den Rotoren eine stärkere Materialbelastung und damit eine frühere Materialermüdung auftritt. Eine Abweichung, z. B. unter der Prämisse der Verdichtung bzw. des möglichst geringen Flächenverbrauchs, würde daher die Störfallwahrscheinlichkeit der WEA erhöhen und ist auch im Sinne des Schutzes des Menschen vor möglichen Unfallgefahren abzulehnen.

⁵⁰ Vgl. Physikalische Erläuterungen im Windkrafthandbuch des Verbandes der dänischen Windenergie: www.WINDPOWER.org.

2.4 Unfallgefahr

2.4.1 Sachstand

Die Nutzung der Windenergie birgt im Gegensatz zur Nutzung der Atomkraft keine elementaren Gefahren für den Menschen und für die Umwelt. Auch verursacht sie keine Gesundheitsgefährdung oder Beeinträchtigung des Wohlbefindens durch den Ausstoß von Stäuben und Gasen wie die Nutzung fossiler Energieträger. Eine schädliche Veränderung der Erdatmosphäre durch Windenergie findet nicht statt.

Dennoch kann es an Windenergieanlagen zu technischen Störungen oder technischen Schäden⁵¹ kommen, bei denen immer auch ein Unfallrisiko⁵² besteht. Jeder einzelne Unfall kann schreckliche Folgen⁵³ haben. Jedoch ist die Störanfälligkeit von Windenergieanlagen und das daraus resultierende Unfallrisiko⁵⁴ für den Menschen genauso zu beurteilen wie für andere Bereiche auch. Dafür gibt es gängige Verfahren, die seit Jahrzehnten angewendet werden.

Für den Menschen gehen unmittelbare Gefahren von Windenergieanlagen immer dann aus, wenn Teile abbrechen oder die Anlage umknickt oder umstürzt. Dieses Risiko besteht bei anderen Bauwerken grundsätzlich ähnlich. Zur Einschätzung dieser Gefahren hat der TÜV-Nord⁵⁵ berechnet, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Rotorblatt oder Teile davon abreißen. Dabei wurde auf Daten von 1996 zurückgegriffen. Danach kann es alle 100 Betriebsjahre zu einem Störfall kommen. Eine andere Berechnung⁵⁶ auf Erhebungen aus den Jahren 1996 bis 2002 ergab, dass es alle 200 Betriebsjahre einen Flügelabriss geben könnte. Auf Grundlage einer im Internet vom Bundesverband Landschaftsschutz zusammengestellten Liste⁵⁷ aller "Windrad-Unfälle" für das Jahr 2003 errechnet sich ein schwerwiegender Störfall wie Brand, Rotorschaden, Gondelabwurf auf etwa alle 500 Betriebsjahre. Offensichtlich werden die Anlagen seit 1996 zunehmend sicherer.

Mit der Ermittlung einer solchen Eintrittswahrscheinlichkeit ist noch nichts über die Gefahr für

⁵¹ Ein technischer Schaden ist ein durch ein Ereignis oder einen Umstand verursachte unerwünschte Veränderung einer Anlage oder eines Bauteils, durch welches die Funktion eingeschränkt oder unmöglich gemacht wird bzw. dieses erwarten lässt. Ein Schaden ist immer die Beeinträchtigung einer gewünschten Gebrauchseigenschaft bzw. eines Qualitätsmerkmals.

⁵² Dagegen ist ein Unfall ein ungewolltes Ereignis, ausgelöst durch menschliches Fehlverhalten oder technische Schäden, mit meist schwerwiegende Folgen insbesondere für Dritte.

⁵³ Die unmittelbaren Folgen von technischen Schäden sollen hier nicht weiter betrachtet werden, da sie im Sinne der Haftungspflicht keine Außenstehenden betreffen. Die ausschließlich betriebswirtschaftlichen Folgen betreffen nicht die Allgemeinheit. Letztendlich trägt jeder Betreiber einer Windenergieanlage das gleiche Risiko wie der Besitzer eines Kraftfahrzeugs. Technisches Versagen oder Eigenschäden können über entsprechende Kasko-Versicherungen abgedeckt werden.

⁵⁴ Ein Risiko ist die Kombination der Wahrscheinlichkeit, dass ein Schadensfall eintritt, und des daraus resultierenden Schadensausmaßes. Unter Restrisiko ist das nicht mehr zu vermeidende, aber gesellschaftlich zu akzeptierende Risiko zu verstehen.

⁵⁵ TÜV Nord Gruppe, Gutachterliche Stellungnahme zum Blattbruch an einer Windenergieanlage vom Typ Enercon E112, NH 124,6 m, unveröffentlichtes Gutachten, Hamburg 2003

⁵⁶ VEENKER, Gutachten zur Bewertung der Gefährdung des Deiches, unveröffentlichtes Gutachten, Hannover 2002

⁵⁷ www.windkraftgegner.de

den Menschen festgestellt. Daher hat der TÜV-Nord⁵⁸ noch die Auftreffwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Entfernung zum Anlagenstandort ermittelt. Danach beträgt das Risiko, dass ein Trümmerstück ein Feld von 10 x 10 m in einem Umkreis von 100 m um den Standort trifft für eine Windenergieanlage mit 125 m Narbenhöhe 0,0001 bis 0,00001. Das heißt, es kann alle 10.000 bis 100.000 Betriebsjahre zu einem solchen Ereignis kommen. Mit zunehmender Entfernung sinkt das Risiko erheblich. Diese Risikobetrachtung schätzt nur die Eintrittswahrscheinlichkeit ein, nicht jedoch das Unfallrisiko mit der Schädigung anderer ein. Da Windkraftanlagen aber in der Regel auf Ackerflächen oder Wiesen stehen, stellt die Windenergienutzung kein unzumutbares Unfallrisiko für die Gesellschaft als Ganzes oder den Einzelnen dar.

Selbst die Montage und Wartung von Windkraftanlagen, die aufgrund der großen Höhe und der riesigen Bauteile gefährlich wirken, sind statistisch weniger riskant als Bauarbeiten im allgemeinen.

2.4.1.1 Eiswurf

Die Vereisung von Rotorflügeln kann bei bestimmten Witterungsbedingungen vor allem im Binnenland auftreten. Im Rahmen eines von der europäischen Kommission geförderten Projektes "Wind Energy Production in Cold Climates" - WECO wurde für Europa eine sogenannte "Eis-Karte" erstellt, in der dargestellt ist, wie häufig in den verschiedenen Regionen mit dem Problem des Eisansatzes an Rotoren von WEA zu rechnen ist (Abb. 14).

Mit Ausnahme einiger Gebirgsstandorte ist nur gelegentlich bzw. an wenigen Tagen im Jahr mit Eisansatz zu rechnen. Ein Betrieb unter Vereisungsbedingungen führt auf der einen Seite zu Energieverlusten durch Minderleistung und längere Standzeiten der vereisten WEA und zum anderen zu einer möglichen Gefährdung naheliegender Straßen und Wege durch Eisabwurf.

Hinsichtlich des Gefahrenpotentials ist insbesondere von Bedeutung, ob die Anlage in Betrieb ist oder stillsteht. Hat sich an einer stillstehenden WEA Eis gebildet, kann es durch Wind, Schwingungen oder steigende Temperaturen zu Eisabwurf kommen. Die Eisstücke werden dann aber nicht weggeschleudert, sondern fallen im unmittelbaren Umfeld der Anlage herunter. Das Risiko einer Gefährdung von Personen entspricht dabei dem anderer entsprechend hoher Bauwerke wie beispielsweise Hochspannungsleitungen herabfallen.

Anders verhält es sich, wenn Eisstücke von sich bewegenden Rotorflügeln abgelöst werden. In dem WECO-Projekt wurde daher auch der Abwurf von Eisstücken im Betrieb der WEA untersucht⁵⁹. Dabei wurde ein Rechenprogramm zur Simulation des Eiswurfes entwickelt und durch Beobachtungen von Betreibern verifiziert. Im Verhältnis zu stehenden WEA ist der Eisansatz an sich bewegenden Rotorblättern deutlich geringer⁶⁰, d. h. die abfallenden Eisstücke sind kleiner. Abbildung 15 zeigt das Ergebnis einer Eiswurfweitenberechnung einer in Betrieb befindlichen WEA an einem fiktiven Standort.

In Richtung des Windes fallen Eisstücke danach bei einem sehr starken Wind von 18 m/s maximal 100 m weit. Die weitest mögliche Entfernung vom Mast der WEA lag in dem elliptisch geformten Fallgebiet bei knapp 180 Metern. Als Ergebnis einer Umfrage nach Fundorten von abgeworfenen Eisfragmenten ergaben sich Abstände vom WEA-Mast von etwa 20 m bis maximal 120 m, d. h. diese Ergebnisse stimmten mit dem Berechnungsmodell prinzipiell überein.

⁵⁸ TÜV Nord Gruppe, Gutachterliche Stellungnahme zum Blattbruch an einer Windenergieanlage vom Typ Enercon E112, NH 124,6 m, unveröffentlichtes Gutachten, Hamburg 2003

⁵⁹ Seifert 1999.

⁶⁰ Seifert 1999, s. 4.

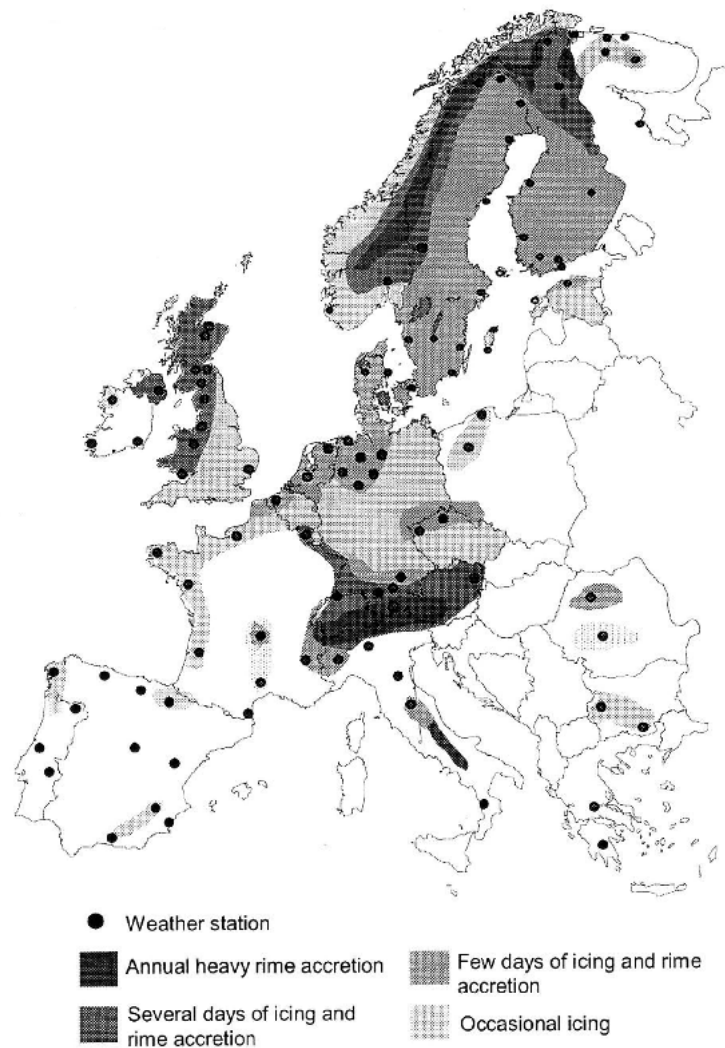


Abbildung 14: Die WECO "Eis-Karte" von Europa zeigt Bereiche gleicher Häufigkeit von Vereisungen an WEA mit

- jährlichem starkem Reifansatz (annual heavy rime accretion),
- mehreren Tagen mit Vereisung und Reifansatz (several days of icing and rime accretion)
- wenigen Tagen mit Vereisung und Reifansatz (few days of icing and rime accretion),
- gelegentlicher Vereisung (occasional icing).

(Quelle: Seifert 1999, Bild 2)

Da die gefährdete Zone je nach Windrichtung unterschiedlich ist, kann also von in diesem Fall einer Gefährdungszone von 180 m ausgegangen werden. Als Ergebnis der Simulationen und der bisherigen Beobachtungen empfiehlt das WECO-Gutachten, für Standorte, an denen mit hoher Wahrscheinlichkeit an mehreren Tagen im Jahr mit Vereisung gerechnet werden muss, "einen Abstand von $1,5 \times (\text{Nabenhöhe} + \text{Durchmesser})$ zu den nächsten gefährdeten Objekten einzuhalten"⁶¹. Bei einer solchen pauschalen Regelung, die einen gewissen Sicherheitsaufschlag enthält, wäre auch beim Wegschleudern von Eisstücken ein Schutz vor möglichen Gefahren gegeben. Für die größte derzeit in Betrieb befindliche WEA, die E 122 der Firma Enercon, käme man mit dieser Berechnung auf einen notwendigen Abstand von $1,5 \times (125 \text{ m} + 114 \text{ m}) = 360 \text{ m}$.

⁶¹ Seifert 1999, S. 5.

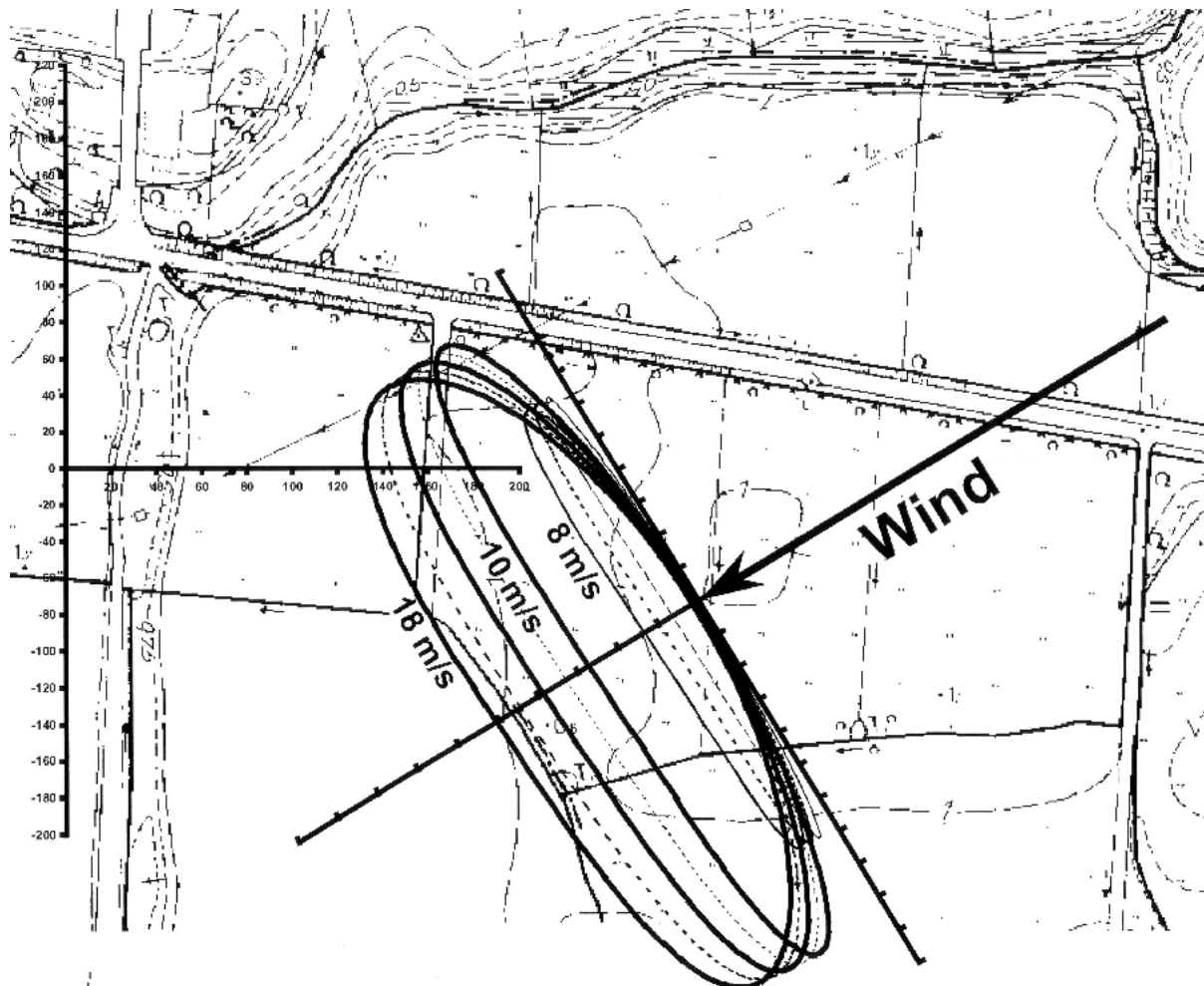


Abbildung 15: Ergebnis einer Eiswurfweitenberechnung mit dem im Rahmen des EU-Projektes "Wind Energy Production in Cold Climates - WECO" entwickelten Berechnungsprogrammes. (Quelle: Seifert 1999, Bild 7, veränd.)

Generell ist es aber so, dass in der Typenprüfung für Windkraftanlagen vorgeschrieben ist, dass sich die Anlagen bei Eisansatz abschalten.⁶² Das Signal zum Abschalten wird durch die automatische Anlagensteuerung gegeben, die z. B. durch das Gewicht des Eises verursachte Unwuchten oder auch Diskrepanzen zwischen der am Windmesser ermittelten Windgeschwindigkeit und der Rotorgeschwindigkeit erkennt.

2.4.1.2 Herabfallende Teile bzw. Umsturz der WEA

Bei starken Winden ist es denkbar und vereinzelt auch bereits vorgekommen, dass Teile der WEA (speziell die Rotorblätter oder Ablösen der Rotorblattspitzen) dem Druck nicht standhalten und zerbrechen. Da die Rotorblätter in der Regel aus Glasfaserverbundmaterial bestehen, führt ein Riss bzw. eine Bruchstelle im Rotorblatt nicht automatisch zu herabfallenden Teilen, sondern zunächst nur zu einem Umknicken des Blattes. Wenn die WEA aufgrund hoher Windgeschwindigkeiten nicht ohnehin still steht, wäre ein Abschalten der Anlage durch die verursachte Unwucht die unmittelbare Folge.

Über die Häufigkeit derartiger Unfälle liegen keine offiziellen Daten vor. Allerdings wird vom Bundesverband Landschaftsschutz im Internet eine Datenbank aller bekannten Unfälle mit WEA geführt. Da es sich bei dem Verband um einen erklärten Windkraftgegner handelt, steht nicht zu befürchten, dass die Datensammlung wichtige, bekannt gewordenen Ereignisse nicht

⁶² König & Ritschel 1996, S. 213.

darstellt. In der folgenden Tabelle 8 sind die Unfälle mit herabfallenden Rotorteilen sowie mit Umstürzen der Gesamtanlage aus dieser Datenbank zusammengestellt. Bei den wenigen gravierenden Störfällen der letzten Jahre sind tatsächlich keine Außenstehenden geschädigt worden. Der Schaden lag ausschließlich bei den mit der Errichtung betrauten Unternehmen, den Herstellern oder Betreibern der Windenergieanlagen.

Tabelle 8: Zusammenstellung der bekannten Unfälle an Windrädern mit herabfallenden Rotorteilen oder Umstürzen der Gesamtanlage seit dem Jahr 2000.

(Quelle: [Http://members.aol.com/fswemedien/ZZUnfalldatei.htm](http://members.aol.com/fswemedien/ZZUnfalldatei.htm); Datenbank der Windrad-Unfälle)

Datum	Ort	Land	Art des Unfalls
Herabfallende Teile			
28.05.2000	Norderney	Nds	Rotorbruch, Rotorkopf riss ab, die Teile flogen 100 m weit
30.10.2000	Utgest	Nds	Rotorbruch, ein Rotorblatt brach ab
15.03.2001	Oederquart	Nds	Rotorbruch, ein Rotorblatt fiel herunter
22.11.2001	Wybelsum	Nds	Rotorbruch, ein Rotorblatt brach ab
06.12.2001	Dirlammen	Hessen	Rotorbruch, ein 4 m großes Kunststoffteil fiel herunter
28.01.2002	Remlingen	Nds	Rotorbruch, der Fiberglasflügel fiel zersplittert herunter
19.02.2002	Javenloch	Nds	Rotoren- und Gondelbruch, 27 m lange Teile fielen 235 m weit von WEA
22.02.2002	Huppelbroich	NRW	Rotorbruch, ein 7,5 m langes Flügel riss ab, fiel 40 m weit
13.03.2002	Dörenhagen	NRW	Rotorbruch, ein Rotorblatt flog über 400 m weit
19.03.2002	Strocken	Sachsen	Brand, ausgebrannte Teile fielen auf den Acker runter
20.04.2002	Haaren	NRW	Brand, die verbrannte Teile stürzten bis 300 m weit
29.04.2002	Lohe	NRW	Rotorbruch, ein Drittel eines Rotorblattes stürzte zum Boden
04.08.2002	Katzenberg	Sachsen	Brand, drei verbrannte Rotorblätter fielen ab
09.09.2002	Ulrichstein	Hessen	Gesamtabbruch des kompletten Rotors
26.10.2002	Erkelenz	NRW	Rotorbruch, ein Rotorblatt knickte ab, die Spitze fiel zu Boden
27.10.2002	Löhme	Bbg	Rotorbruch, zwei Rotorblätter brachen ab
27.10.2002	Kaiserslautern	R-P	Rotorbruch, ein Flügel brach ab
27.10.2002	Dülken	NRW	Rotorbruch, ein Flügel knickte und fiel ab
02.02.2003	Geesthaacht	S.-H.	Brand, viele Teile brachen zum Boden
14.07.2003	Köstorf	Nds	Blitzschlag, Flügelspitzen sind abgebrochen
Umstürzen der Gesamtanlage			
20.01.2000	Lichtenau	NRW	Brand durch Blitzschlag + Gesamtbruch in 10 m Höhe
10.02.2000	Asel	Nds	Gesamtbruch, der Mast knickte um
28.01.2002	Husum	S.-H.	Gesamtbruch eines 30 m hohen Windrades
27.10.2002	Goldestedt	Nds	Umsturz einer 70 m hohe WEA mit Fundament
18.12.2002	Kriegsfeld	R-P	Gesamtbruch der WEA an einer Schweißnaht am Sockel

In Bezug auf die in dem jeweiligen Jahr in Deutschland installierten WEA (vgl. Kap. 1.2.2) ist die Schadenshäufigkeit verschwindend gering; sie liegt in den Jahren 2000 bis 2003 pro Jahr zwischen 0,1 und 0,9 ‰ und im Durchschnitt der Jahre bei 0,4 ‰. Das bedeutet konkret, dass

im Durchschnitt von etwa 4000 WEA eine Anlage im Jahr einen Flügelschaden hat, bei dem Teile zu Boden fallen. Das Umstürzen der Gesamtanlage ist noch weit seltener. Laut Tabelle 8 gab es in den letzten vier Jahren 20 Unfälle mit Rotorbruch und nur fünf Unfälle, bei denen das gesamte Windrad umstürzte.

2.4.1.3 Brände

Stromführende, Hitze entwickelnde technische Anlagen wie Windenergieanlagen sind auf Grund brennbarer Betriebsmittel und Baustoffe grundsätzlich feuergefährdet. Zudem besteht bei Windenergieanlagen naturgemäß ein erhöhtes Blitzschlag-Risiko. Daher sind bei der Planung, beim Bau und beim Betrieb die einschlägigen Blitz- und Brandschutzbestimmungen und andere technische Vorschriften zu beachten. Dennoch lösen technische Schäden oder Naturereignisse Brände von Windenergieanlagen aus.

Im Jahre 2003 gab es 14.283 Windenergieanlagen. Nach der Auflistung des Bundesverband Landschaftsschutz brachen in sechs davon Brände aus. Bei einem der Brände handelte es sich um ein Feuer im Schaltschrank bzw. in der elektrischen Anlage im Mastfuß. Vier Brände breiteten sich in der Gondel aus, von denen zwei auf die Flügel übergriffen. Ein weiterer Flügelbrand wurde durch Blitzschlag ausgelöst. Die Situation in den Vorjahren ist ähnlich. So kam es 2002 zu 8 Bränden (davon 2 durch Blitzschlag ausgelöst), 2001 zu einem und in der Periode von 1997 bis 1999 zu insgesamt 2 Bränden. Von Januar bis September 2004 brachen zwei Brände in Gondel und Flügel aus, von denen einer durch Blitzschlag ausgelöst wurde. Damit ist das Brandrisiko geringer als das Risiko eines erheblichen Schadens insgesamt.

Ursache für die Brände sind vor allem die hohen Spannungen, die Funkenflug auslösen können, wenn elektrischen Verbindungen mangelhaft hergestellt wurden. Dieser Funkenflug kann unter ungünstigen Umständen brennbare Betriebsstoffe wie Öle oder Schmiermittel oder selbst schwerentflammbare Baustoffe entzünden. Ähnliches kann bei Blitzschlag geschehen, wenn dessen extrem hohen Spannungen nicht schadlos abgeführt werden können. Darüber hinaus gibt es spezifische Brandrisiken einzelner Anlagentypen. So regelt ein Hersteller die Pitch-Steuerung seiner Flügel über Hydraulik und nicht über Elektro-Motoren. Die im hydraulischen System entstehenden extrem hohen Drücke und Temperaturen können beim Bruch von Leitungen zur Entzündung brennbarer Stoffe führen. Möglicherweise ist der, als Gegengewicht in der sich unter Last verwindenden Gondel eingebaute starre Transformator ein zusätzlicher Risikofaktor.

2.4.2 Bestehende Regelungen

Alle Landesbauordnungen schreiben vor, dass bauliche Anlagen und damit auch WEA standsicher sein müssen. Um Probleme durch Turbulenzen auszuschließen, muss der Abstand mehrerer WEA zueinander mindestens drei Rotordurchmesser betragen; bei Abständen zwischen drei und fünf Rotordurchmessern ist mittels eines Gutachtens nachzuweisen, dass die Standsicherheit gegeben ist. Im Baurecht gibt es weiterhin differenzierte Regelungen zum Blitz- und Brandschutz, deren Anwendung Genehmigungsvoraussetzung ist. Darüber hinaus sind die spezifischen technische Regeln anzuwenden, die erkenntnisorientiert fortgeschrieben werden.

Grundsätzlich wird durch die automatische Anlagensteuerung sichergestellt, dass Windenergieanlagen bei Eisansatz automatisch abgeschaltet werden. Zur Erkennung von Eisansatz werden beheizte Windmesser eingesetzt, damit Geschwindigkeitsdiskrepanzen zwischen gemessener Windstärke und Laufgeschwindigkeit der Rotoren sofort festgestellt werden können.

Brände, die nicht unmittelbar mit vorgehaltenen Brandschutzmitteln erfolgreich bekämpft werden können, führen aufgrund der verwendeten schwer entflammaren Baustoffe zu erheblicher

Rauchentwicklung. Daher ist beim Erstangriff durch die Feuerwehr Schwerer Atemschutz zwingend notwendig. In Folge dessen ist die gezielte Brandherdbekämpfung nur im unteren Turm durchführbar. Ein Aufstieg über die Leiter unter Mitführung von Brandbekämpfungsmitteln in den oberen Turmteil oder die Gondel ist in der gegebenen Einsatzzeit unter Schwerem Atemschutz grundsätzlich nicht möglich. Die feuerwehrtechnischen Möglichkeiten beschränken sich daher auf die Brandstellensicherung, der Bekämpfung von Folgebränden und das ablöschen brennender Trümmer am Boden. Die Personenbergung ist durch die vorgehaltene technische Ausrüstung ohne besondere Probleme möglich und im einzigen dokumentierten Fall erfolgreich durchgeführt worden.

2.4.3 Empfehlungen

2.4.3.1 Empfehlungen für die Anlagentechnik

Es sollte eine automatische Erkennung von Vereisungssituationen eingerichtet werden, z.B. durch Eisdetektoren, der Verwendung von zwei Anemometern, wobei eines beheizt sein muss, oder einer kontinuierlichen Überprüfung der Leistungskurve (ebenfalls mit einem beheizten Anemometer). Die automatische Überwachung möglichen Einansatzes muss sofort zur Konsequenz haben, dass die betroffenen WEA abgeschaltet werden. Es darf nicht dazu kommen, dass die Verantwortlichen wegen drohender Ertragseinbußen derartige Meldungen ignorieren. Zusätzlich sollte durch Maßnahmen wie eine Beheizung oder eine wasserabweisende Beschichtung der Rotorblätter die Bildung von Eis an den Rotorblättern nachhaltig unterbunden werden.

Zur Reduzierung der Unfallgefahr aufgrund von Materialschäden (vorwiegend Rotorbruch) sollten grundsätzlich Überwachungssysteme, sogenannte Condition-Monitoring-Systeme (CMS), in WEA installiert werden, wie dies aktuell auch von den Versicherungen gefordert wird.

Aufgrund des tatsächlich geringen Brandrisikos und der bestehenden gesetzlichen und untergesetzlichen Regelungen besteht keine Handlungsnotwendigkeit. Möglicherweise ist einzig die Blitzschutztechnik noch zu optimieren. Entsprechende Ansätze werden von den Hersteller im Eigeninteresse betrieben. Die feuerwehrtechnischen Mittel sind begrenzt und können nicht mit vernünftigen Aufwand optimiert werden. Da nur Entstehungsbrände und Brände im unteren Mast erfolgreich bekämpft werden können, ist das kontrollierte Abrennen eine angemessene Maßnahme. Möglicherweise ist im Bereich der freiwilligen Feuerwehren der Kenntnisstand heterogen. Eine entsprechende Information könnte hilfreich sein.

2.4.3.2 Empfehlungen für die Planung

Für den unmittelbaren Nahbereich, in dem auch bei stehenden Rotorblättern eine Gefahr durch herabfallende Eisstücke besteht, ist mit Schildern auf die Eiswurfgefahr hinzuweisen. In Bereichen, in denen an mehreren Tagen im Jahr mit hoher Wahrscheinlichkeit mit Vereisung gerechnet werden muss (entsprechend Abbildung 14 Gebiete mit "several days of icing", d.h. in Deutschland nur der äußerste Süden von Baden-Württemberg und Bayern), sollten die WEA mindestens in einer Entfernung von 1,5 x Gesamthöhe von öffentlich zugänglichen Straßen und Wegen errichtet werden. Alternativ müsste in diesen Gebieten durch die Anlagentechnik (Rotorblattheizung) oder den Betrieb der Anlagen (Abschaltung bei beginnender Vereisung) sichergestellt werden, dass es zu keinerlei Gefährdungen auf öffentlichen Straßen und Wegen kommen kann.

3 Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Natur und

Landschaft

3.1 Landschaft

3.1.1 Sachstand

3.1.1.1 Aspekte der Landschaftsbild-Beeinträchtigungen

Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes ergeben sich einerseits durch die Bausubstanz der WEA (Größe, Gestalt), andererseits durch ihren Betrieb (Rotorbewegung, Schall, in geringem Maße Lichtreflexe). Folgende Problembereiche werden genannt:

Anblick: technisches Bauwerk in naturbetonter Umgebung; weithin sichtbare technische Elemente, "Verspargelung" der Landschaft, "Technisierung" der Landschaft, Maßstabsverlust, Oberflächenverfremdung,

Rotorbewegung: Unruhe durch Flügelbewegung,

Geräusche: Übertönen natürlicher, für das Landschaftserleben bedeutsamer Umgebungsgeräusche durch Schall,

Schattenwurf: Unruhe durch Bewegung.

Durch die Größe und Gestalt der WEA kann - wie durch andere Infrastrukturmaßnahmen auch - die Vielfalt, Eigenart und Schönheit des Landschaftsbildes überformt und verfremdet werden. Die Landschaft des Flachlandes, wo derzeit die meisten WEA errichtet wurden und werden, ist im wesentlichen von horizontalen Linien bestimmt. Sie wird durch die vertikal in den Himmel ragenden WEA in ihrer äußeren Erscheinungsform und damit auch in ihrer Raumwirkung deutlich verändert. Der Eindruck von Weite und Ferne, der die Eigenart einer Ebene auszeichnet, wird durch die Anlagen gestört. Bei etwas entferntem Betrachtungsstandort rücken durch die perspektivische Verkürzung Windparks, die tatsächlich mehrere Kilometer voneinander entfernt sind, optisch zusammen, so dass unter Umständen der gesamte Horizont von WEA eingenommen wird. Speziell in den küstennahen Gebieten wird "das charakteristische Sich-Verlieren der Landschaft gegen den Horizont [...] durch die Masten als landschaftsuntypische Dimension aufgehoben."⁶³ Durch die ständige Bewegung der Rotorblätter im Blickfeld verliert die durch klare horizontale Linien dominierte Landschaft den Eindruck der Ruhe. In hügeligen bzw. gebirgigen Landschaften werden WEA wegen des Winddargebotes auf den Kuppen errichtet, wodurch sie auch hier weithin sichtbar sind. Allerdings gibt es in diesen Landschaften meist auch relativ viel Wald, so dass die Anlagen von vielen Standorten nicht wahrgenommen werden können.

Zudem weisen WEA in der Kulturlandschaft eine Größendimension auf, die zu einem Verlust der Maßstäblichkeit führt. Darüber hinaus kann das Landschaftserleben durch das Rotorgeräusch beeinträchtigt werden. Zu einer Veränderung der Raumwahrnehmung und damit Verlust landschaftlicher Eigenart durch die Bausubstanz der WEA und die sich drehenden Rotorblätter kommt es dort, wo die bestehenden naturnahen Landschaftselemente und die bisherige Landnutzung in Bezug auf die Wahrnehmung in den Hintergrund treten.

Allerdings ist unsere Landschaft bereits durch eine Vielzahl technischer Einrichtungen in vielen

⁶³ Wöbse 1995, S. 5.

Regionen geprägt oder überformt. Die Intensität der Überformung ist einerseits durch die Art der technischen Einrichtung und deren Wechselwirkung mit anderen Elementen sowie der topographisch bedingten Sichtbarkeit bestimmt. Hinzu kommt, dass auch stationäre Elemente ohne Eigenbewegung den Eindruck von Bewegung vermitteln können, wie z. B. Autobahnen oder Bahntrassen durch beleuchtete oder unbeleuchtete Fahrzeuge.

3.1.1.2 Beurteilung der Landschaftsbildveränderung durch WEA

Erste Untersuchungen über die Akzeptanz von WEA in Erholungsgebieten wurden bereits zu Anfang der 1990er Jahre in Schleswig-Holstein durchgeführt.⁶⁴ Urlauber an der Nord- und Ostseeküste befürworteten zu 77 % ausdrücklich die Windkraftanlagen und hielten einen weiteren Ausbau für wünschenswert. Insgesamt zeigte sich, dass WEA keine negativen Einflüsse auf Verhalten und Erleben der Urlauber in Schleswig-Holstein hatte. Wegen der deutlichen Zunahme an WEA in den letzten Jahren war die Befürchtung aufgekommen, dass sich diese positive Einstellung zu diesen Elementen der Urlaubsregion in der Zwischenzeit geändert haben könnte. Darum untersuchte das Institut für Tourismus- und Bäderforschung in Nordeuropa die Wechselwirkungen zwischen Windkraft und Tourismus in den Jahren 1999 und 2000 erneut.⁶⁵ Dabei wurde deutlich, dass nur ein sehr kleiner Personenkreis die WEA spontan als störend empfindet. Die WEA werden durchaus von den Touristen als Veränderung des Landschaftsbildes wahrgenommen, im Verhältnis zu anderen Landschaftsbildveränderungen wird ihnen aber nur von einigen Urlaubern eine mittlere Störwirkung zugeschrieben. Die derzeit in Schleswig-Holstein installierten WEA beeinflussen bislang nicht die Tourismuswirtschaft (Übernachtungs- und Bettenanzahl, Veränderungen der touristischen Angebots- oder Gästestruktur). Dies gilt für verschiedene Standorte mit unterschiedlicher Dichte von Windkraftanlagen gleichermaßen.

Diese allgemeine Akzeptanz gilt nicht nur bei Urlaubern. Auch eine Befragung von Anwohnern von vier Ortschaften in Hessen im Frühjahr 2000 führte zu dem Ergebnis, dass über 90 % der Befragten, die in einem Gebiet mit intensiver WEA-Nutzung wohnen, die Anlagen akzeptabel fanden⁶⁶. Nur zwei der 140 Befragten fühlten sich durch die WEA stark gestört und gaben ihnen die Note 5 bzw. 6 (Schulnoten-Skala). Hinsichtlich der Anlagentypen wurden die WEA mit Gittermast deutlich negativer eingestuft als Beton- bzw. Stahlmasten-WEA (Schulnote 4,1 für Gittermasten, Schulnote 2,7 für Beton-/Stahlmast).

In Nordthüringen wurden im Winter 2000/01 insgesamt 619 Personen zu ihrer Beurteilung der Landschaftsbildbeeinflussung durch WEA befragt⁶⁷. Insgesamt waren 29 % der Befragten der Meinung, WEA hätten eine negative Wirkung auf das Landschaftsbild, 34 % beurteilten die Wirkung als neutral und 37 % meinten, WEA hätten eine positive Wirkung auf das Landschaftsbild. Wenn man die neutralen und positiven Einschätzungen zusammenfasst, ist hier von 71 % "Akzeptanz" der WEA in Hinsicht auf das Landschaftsbild auszugehen.

Es zeigte sich eine Abhängigkeit der Einschätzung von der Tatsache, ob es in der Nähe ihres jeweiligen Wohnortes WEA gibt oder nicht. Personen, in deren Wohnumfeld es WEA-Standorte gibt, beurteilten WEA und ihre Wirkungen auf das Landschaftsbild etwas negativer als der Teil der Bevölkerung, der diese nicht am eigenen Wohnort hat. Trotzdem werten auch von diesen Personen noch 29 % die WEA als positiv in ihrer Wirkung auf das Landschaftsbild,

⁶⁴ Ansorge, T.; Lohmann, M. (Institut für Tourismus- und Bäderforschung in Nordeuropa GmbH) (1991); Raum & Energie, Institut für Wirtschafts-, Regional- und Energieberatung GmbH (1992); Mangold, U. (1994).

⁶⁵ Günther, W. (Institut für Tourismus- und Bäderforschung in Nordeuropa GmbH) (2002).

⁶⁶ Egert & Jedicke 2001.

⁶⁷ Weise et al. 2002.

dagegen 38 % als negativ. Befragte, die nicht in der Nähe von WEA wohnen, werteten diese zu 41 % als positiv und nur zu 24 % als negativ für das Landschaftsbild. Da der neutralen Wertung der Landschaftsbildwirkung von WEA eine grundsätzliche Akzeptanz innewohnt, liegt die Schwelle der geringsten Akzeptanz bei diesen beiden Befragungen bei 62 %.

Die aktuellste Studie zur Wirkung der Windenergie auf Urlauber wurde 2003 bundesweit durchgeführt.⁶⁸ Von den über 2000 Befragten, die ihren letztjährigen Urlaub in Deutschland verbracht hatten, bewerteten 75 % WEA als nicht störend. Im Verhältnis zu verschiedenen anderen Störobjekten in der Landschaft kam den WEA nach Meinung der Befragten die geringste Störwirkung zu. Viel störender werden thermische Kraftwerke (von über 75 % der Befragten), Hochspannungsfreilungen (von über 40 %), Autobahnen (von fast 55 %) und Sendemasten (von über 43 %) empfunden.

3.1.1.3 Beeinträchtigungszonen von WEA in Hinsicht auf das Landschaftsbild

Als hohe technische Anlagen sind WEA von relativ weit her sichtbar. In Abhängigkeit von der Erdkrümmung wäre von einer ca. 150 m hohe WEA in vollkommen ebener Landschaft theoretisch aus etwa 40 km Entfernung die Flügelspitzen noch zu sehen.⁶⁹ Tatsächlich wird diese Sichtbarkeitszone aber schon durch die Wetterverhältnisse und die Lufttrübung auf durchschnittlich 15-25 km eingeschränkt, wobei sich dieser Mittelwert aus wenigen sehr hohen Sichtweiten und vielen niedrigeren Sichtweiten zusammensetzt⁷⁰. Bei diesigen oder dunstigen Wetterlagen beträgt die theoretische Sichtweite etwa 4-5 km. Zusätzlich wird die Sicht durch die Topographie, Vegetation und Bebauung in der Landschaft weiter reduziert.

Eine Sichtbarkeit ist per se noch nicht gleichzusetzen mit einer Störung oder Beeinträchtigung des Landschaftsbildes. Dies ist nur in dem Bereich zu erwarten, in dem die WEA das Bild dominiert, die Aufmerksamkeit auf sich lenkt und andere Elementen und Charakteristika der Landschaft überprägt. Diese Beeinträchtigungszone (auch Wirkzone bzw. Dominanzzone genannt) wird auf Basis der nachfolgend dargelegten Quellen in der derzeitigen fachlichen Praxis i. d. R. in einem Bereich von etwa der 10 bis 15fachen Anlagenhöhe gesehen.

Engström & Pershagen⁷¹ geben für WEA eine Dominanzzone an, die der 10fachen Gesamthöhe der WEA entspricht. Bei unbewegten Objekten wie Masten sehen sie eine Zone der 8fachen Höhe als Sichtbarkeitszone an, bei WEA erfolgt ein Aufschlag wegen der Bewegung des Objektes, die die Aufmerksamkeit stärker lenkt, und wegen der breiteren Horizontaler Streckung der WEA-Rotoren. Im Umkreis der 3fachen Anlagenhöhe wirkt die WEA ihrer Einschätzung nach "aufdringlich", da man in dieser Zone die Augen heben muss, um das Objekt in Gänze zu überblicken. Am Beispiel einer WEA mit 150 m Gesamthöhe ermitteln sie so eine innere Wirkzone mit einem Radius von 450 m und eine äußere Wirkzone mit einem Radius von 1500 m; für 100 m hohe Anlagen wäre analog von Zonen im 300 m - Radius und im 1000 m - Radius auszugehen.

Nohl differenziert in seinem Gutachten "Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes durch mastenartige Eingriffe"⁷² WEA entsprechend ihrer Größe in drei Typen: Typ I sind kleinere WEA bis 75 m Höhe, Typ II sind größere WEA von 75 bis 100 m Höhe und Typ III sind Groß-

⁶⁸ Befragung durchgeführt vom SOKO-Institut Bielefeld, dargestellt auf <http://www.fesa.de/gmbh/windundtourismus1.shtml>, 17.12.2003

⁶⁹ Engström & Pershagen 1980, S. 19.

⁷⁰ <http://www.wicci.de/aviation/Sichtweite/Sichtweite.html>, 12.12.2003.

⁷¹ Engström & Pershagen 1980.

⁷² Nohl 1993.

WEA von mehr als 100 m Höhe. Als Typ IV bezeichnet er Windparks von drei und mehr WEA. Das in Hinsicht auf das Landschaftsbild potentiell beeinträchtigte Gebiet erstreckt sich als radiale Wirkzone um die WEA und ist abhängig von jeweiligen Typ der WEA. Zur Ermittlung der tatsächlich beeinträchtigten Bereiche werden vom potentiell beeinträchtigten Gebiet die sichtverschatteten Gebiete abgezogen. Die Fläche aller tatsächlich beeinträchtigten Bereiche innerhalb der (gestaffelten) Wirkzonen multipliziert mit einem Wirksamkeitsfaktor je nach Zone wird zur Ableitung von Kompensationsmaßnahmen verwendet. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass Nohl alle Wirkzonen als erheblich beeinträchtigt im Sinne der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung ansieht (obwohl er nur den Begriff "beeinträchtigt" verwendet).

Für WEA > 100 m und Windparks gibt Nohl folgende Wirkzonen (=potentiell beeinträchtigtes Gebiet) an:

Wirkzone I	200 m	Radius um den Mast
Wirkzone II	200 - 1.500 m	Radius um den Mast
Wirkzone III	1.500 - 10.000 m	Radius um den Mast.

Für den Fall, dass die Wirkzone III hinsichtlich des Landschaftsbildes relativ homogen ist, ist eine Reduzierung der Wirkzone III auf einen Radius von 5.000 m möglich, wobei dann zur Bemessung der Kompensationsmaßnahmen einer höherer Koeffizient verwendet werden soll.

Für WEA von 75-100 m Höhe sieht Nohl zwei Wirkzonen:

Wirkzone I	500 m	Radius um den Mast
Wirkzone II	500 - 2.000 m	Radius um den Mast.

Für WEA bis 75 m Höhe sieht er eine ästhetische Wirkzone von 500 m Radius um den Mast, d. h. diese Zone ist identisch mit der Wirkzone I des Typs II.

Die Wirkzonen I-II für große WEA über 100 m Höhe und Windparks entsprechen der vom gleichen Autor in Zusammenarbeit mit Adam⁷³ vorgeschlagenen Einteilung des "Sichtraumes" bei der Bemessung von Eingriffsfolgen in Nahzone (bis 200 m), Mittelzone (bis 1500 m) und Fernzone (bis 10 km).

Breuer definiert als Wirkzone den von der Errichtung der WEA bzw. des Windparks betroffenen Raum, in dem das Vorhaben das Landschaftsbild beeinträchtigen kann⁷⁴. Er schlägt vor, für Windenergieanlagen als Wirkzone eine Fläche mit einem Radius der 50- bis 100-fachen Anlagenhöhe als Anhaltswert anzusehen. Das entspräche bei einer 100 m hohen Anlage einem Umkreis von 5 bis 10 km um die WEA. Diese Entfernungen müssten auch bei der Festlegung ausreichender Abstände zu Gebieten mit besonders schützwürdigem Landschaftsbild angewendet werden, "weil dort nicht nur erhebliche, sondern alle Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes vermieden werden sollten"⁷⁵.

Als erheblich beeinträchtigt im Sinne der naturschutzgesetzlichen Eingriffsregelung sieht Breuer - im Gegensatz zu Nohl - nur das Landschaftsbild in einem Umkreis von mindestens dem 15-fachen der Anlagenhöhe einer WEA. Für eine 100 m hohe WEA ist nach seinem Modell also ein Radius von 1500 m mit einer Fläche von ca. 700 ha als erheblich beeinträchtigt anzunehmen. Von dieser Fläche sind solche Bereiche, die durch Relief, Waldflächen, Bebauung u. a. sichtverschattet sind, abzuziehen.

Innerhalb des erheblich beeinträchtigten Raumes wird nach Breuer jegliches Landschaftsbild erheblich beeinträchtigt unabhängig vom Wert, der ihm vor der Errichtung der WEA zugemessen wird (also auch schon vorbelastete Bereiche). Nur in den Bereichen, in denen das

⁷³ Adam et al. 1986.

⁷⁴ Breuer 2001.

⁷⁵ Breuer 2001, S. 240.

Landschaftsbild schon vorher von sehr geringer Bedeutung ist, vor allem in Hafen-, Industrie- und Gewerbegebieten oder anderen mit technischen Großanlagen wie Hochspannungsfreileitungen großflächig und dicht bebauten Bereichen, wird das Landschaftsbild durch WEA nicht erheblich beeinträchtigt. Ansonsten sind die Beeinträchtigungen umso schwerer, je höher die Bedeutung des betroffenen Landschaftsbildes ist und je mehr Anlagen errichtet werden.

Krause⁷⁶ kommt auf der Basis einer hochdifferenzierten Landschaftsanalyse zu Regeln für notwendige Abstände zwischen WEA und bestimmten, für das Landschaftsbild bedeutsamen Bereichen. Diese Abstände werden allerdings nur als sog. Abstandsbemessungsregeln dargelegt, z. B. in der Form "Mit dem Grad der Unregelmäßigkeit wächst das Abstandserfordernis zu den gegliederten Bereichen der Grundfläche" oder "Je höher die Elementvielfalt, desto größer ist das Abstandserfordernis für die Grundfläche; eine hohe Vielfalt an Gestaltaspekten einzelner Landschaftselemente erzwingt Abstandserfordernisse nach spezifischen Gestaltgradienten". Konkrete, in Entfernungsmaßen auszudrückende Abstandsempfehlungen gibt Krause dabei nicht. Nur in einem spezifischen Aspekt ermittelt er den notwendigen Abstand zwischen einem (wohl als schutzwürdig gedachtem) Landschaftsbildelement (mit hohen Bäumen umgebene Bebauung) und einer 100 m hohen WEA mit Hilfe von "Blickfeldsektoren" und "Blickbindungsbereichen" auf gut 400 m.⁷⁷ Ansonsten legt er Regeln bzw. Verfahren zur Bemessung von Abständen nicht dar.

3.1.2 Bestehende Regelungen

Das Problem der möglichen Beeinträchtigung des Landschaftsbildes ist den WEA durch Bauart und Anlagentechnik immanent und von technischer Seite nur wenig zu beeinflussen. Daher gibt es auch keine den Schutz des Landschaftsbildes betreffenden technischen Regelwerke. Eine bereits angewendete Methode, die Sichtbarkeit der Anlagen zu minimieren, liegt darin, den Farbanstrich in gebrochenem Weiß zu wählen. Damit ergibt sich bei vielen Witterungsverhältnissen (Dunst, heller, farbloser Himmel, vor Wolken) eine verminderte Sichtbarkeit in der Ferne. Einige Anlagen werden zusätzlich im unteren Mastbereich in Streifen von nach oben heller werdenden Grüntönen gestrichen, so dass sie vor überwiegend grünem Hintergrund von Vegetation weniger auffallen. Verstecken lassen sich die WEA aber nicht. Das Ziel der möglichst geringen Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch WEA muss daher in erster Linie von der planerischen Seite durch die räumliche Anordnung der Anlagen in möglichst unempfindlichen Räumen erreicht werden.

Gleichzeitig können landschaftlich besonders wertvolle Flächen durch Schutzgebietsausweisungen vor Beeinträchtigungen geschützt werden. Der Schutz landschaftlich hochwertiger bzw. besonders sensibler Bereiche von Natur und Landschaft erfolgt grundsätzlich über die Landesnaturschutzgesetze. Zwar können Flächen u. a. aufgrund ihrer "besonderen Eigenart oder hervorragenden Schönheit" auch zu Naturschutzgebieten (§ 23 BNatSchG) erklärt werden, in der Regel wird zum Schutz des Landschaftsbildes bestimmter Gebiete aber die Schutzkategorie Landschaftschutzgebiet (LSG gem. § 26 BNatSchG) verwendet. Bei LSG ist ein besonderer Schutz u. a. wegen der "Vielfalt, Eigenart und Schönheit oder der besonderen kulturhistorischen Bedeutung der Landschaft oder wegen ihrer besonderen Bedeutung für die Erholung" erforderlich. Ein ähnliches Ziel, nur etwas stärker auf die landschaftsbezogene Erholung ausgerichtet, verfolgt man mit Naturparks (§ 27 BNatSchG), die sich "wegen ihrer landschaftlichen Voraussetzungen für die Erholung besonders eignen und in denen ein

⁷⁶ Krause 2000 in: BfN 2000.

⁷⁷ Krause 2000, S. 45, Abb. 22.

nachhaltiger Tourismus angestrebt wird".

Die entsprechenden Schutzgebiete, die dem Schutz des Landschaftsbildes dienen, sollen in der Regel von Windenergieanlagen frei gehalten werden. Deswegen gelten sie in fast allen Bundesländern zumindest als Restriktionsgebiete für den Bau von WEA (vgl. Kap. 1.4.3). Ein gewisses Problem stellen dabei allerdings unzureichende Schutzgebietsausweisungen landschaftlich wertvoller Bereiche dar.

Für alle übrigen, nicht geschützten Flächen gibt es grundsätzlich eine gesellschaftliche Akzeptanz, notwendige technische Infrastruktur zu akzeptieren, auch wenn sie optisch nicht ansprechend ist und das Landschaftsbild beeinträchtigt. Beispiele dafür sind z.B. das Fernstraßennetz, Hochspannungsleitungen, großflächige Industriegebiete, Großkraftwerke oder eben auch WEA. Bei der Planung und beim Bau derartiger Anlagen wird auch die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes erfasst und bewertet und entsprechend den Vorschriften der Fachgesetze durch entsprechende Maßnahmen kompensiert. Für dieses Vorgehen gibt es fachliche Regeln (Ermittlung der Beeinträchtigungszone s.o., länderspezifisch unterschiedliche Regelungen zur Ermittlung des Kompensationsumfanges).

3.1.3 Empfehlungen

3.1.3.1 Empfehlungen für die Anlagentechnik

Der übliche Farbanstrich der WEA in gebrochenem Weiß sollte beibehalten werden. Ein Anstrich des unteren Mastbereiches in Grüntönen kann je nach örtlichen Gegebenheiten sinnvoll sein und sollte dann entsprechend angewendet werden.

Die notwendigen Markierungen zur Flugsicherheit bei WEA über 100 m Gesamthöhe durch orange-rote Streifen an den Rotorblättern sind ein zusätzlich auffallendes und die Landschaftsbildwirkung der WEA negativ beeinflussendes Element, da sie die Vorteile des weißen Farbanstriches aufheben. Daher ist überlegenswert, ob aus Sicht des Landschaftsbildschutzes eine Tagesbefeuereung der Anlagen mit weißem Licht (vgl. Kap. 1.2.3.5) günstiger einzuschätzen ist. Bei der derzeit noch notwendigen Lichtstärke der Befeuereungen fallen die weißblitzenden Lichter besonders in der Dämmerung auch sehr stark auf und ziehen die Aufmerksamkeit auf sich. Außerhalb der Dämmerung sind sie aber unauffälliger als die orange-roten Rotorblatt-Markierungen. Wenn die überarbeitete Richtlinie zur Luftfahrthindernisbefeuereung in Kraft ist, wird die notwendige Lichtstärke für die Befeuereungen zukünftig deutlich geringer sein als jetzt. Dann ist die Tagesbefeuereung mit weißem Licht der Rotorblatt-Markierung aus Sicht des Landschaftsbildschutzes aus gutachterlicher Sicht vorzuziehen. Dabei sollte aber nur die geringstmögliche Lichtstärke eingesetzt werden und auf einen Synchronbetrieb der Befeuereung innerhalb eines Windparks geachtet werden. Weiterhin soll die Abstrahlung des Lichtes nach unten weitestgehend reduziert und die damit verbundene Beeinträchtigung des Landschaftsbildes verringert werden. Bei größeren Windparks wäre es sinnvoll, nicht jede einzelnen Anlage zu beleuchten, sondern den Windpark als Gesamtanlage durch Beleuchtung lediglich der an den Ecken und Außenkanten stehenden WEA zu markieren.

3.1.3.2 Empfehlungen für die Planung

Zur Vermeidung von unnötigen Beeinträchtigungen und extremer großflächiger Dominanz des Landschaftsbildes sollten WEA grundsätzlich in Windparks konzentriert werden, welche wiederum über hinreichend Abstand zu einander verfügen. Innerhalb eines Windparks sollten die Anlagen flächenhaft angeordnet werden und hinsichtlich Höhe, Typ und Laufrichtung übereinstimmen. Anlagen mit geringer Umdrehungszahl sollten bevorzugt werden und auf einen innerhalb eines Windparks möglichst synchronen Lauf sollte geachtet werden. Notwendige Nebenanlagen sind zu konzentrieren.

Bereits durch Industrie- und Gewerbeanlagen, Ver- und Entsorgungseinrichtungen oder technische Infrastruktur vorbelastete Räume kommen vorrangig für die Einrichtung von Windparks in Frage, Bereiche mit besonderer Bedeutung für das Landschaftsbild sind auszuschließen oder erfordern erheblichen planerischen Aufwand für eine verträgliche Einbindung von WEA.

Von den verschiedenen Schutzgebieten zum Schutz des Landschaftsbildes sollten WEA einen der Empfindlichkeit des jeweiligen Gebietes angemessenen Abstand einhalten.

Bei besonders wertvollen Schutzgebieten von Landschaften und kulturellen Errungenschaften sollte jede Beeinträchtigung dieser Gebiete durch WEA vermieden werden. Derartige Gebiete sind z. B. die Weltkulturerbe-Gebiete der UNESCO oder auch hochrangige nationale Kulturdenkmale. Breuer meint, dass ein Abstand der mindestens 50fachen Anlagenhöhe notwendig sei, um alle (nicht nur erhebliche) Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes zu vermeiden (s. o.). Auch zwei Gerichtsurteile zum Themenbereich der Beeinträchtigung von Kulturgütern durch WEA kommen zu ähnlichen Anforderungen.⁷⁸ Gemäß einem Urteil des Oberverwaltungsgerichts Schleswig wäre ein Abstand einer 60 m hohen WEA von 1000 m zu einem schutzwürdigen Kulturgut (hier: der die Stadtsilhouette prägende Meldorfer Dom) zu gering, d. h. die ungefähr 15fache Anlagenhöhe wurde als unzureichend beurteilt. Akzeptabel fanden die Richter eine Minimalentfernung von 1,7 bis 3 km je nach örtlichen Gegebenheiten, d. h. eine Entfernung der etwa 30 - 50fachen Anlagenhöhe. Übertragen auf die aktuellen WEA-Größen von 100 bis 150 m würde sich daraus ein akzeptabler Abstand von minimal 3 km bis 7,5 km, im Schnitt also etwa 5 km ableiten. In einem anderen Fall sah das Verwaltungsgericht Dessau einen Abstand von etwa 2 km von geplanten 100 m hohen WEA zu einem bedeutsamen Denkmalensemble (Pfarrkirche und Schloss Leitzkau), also einen Abstand der 20fachen Anlagenhöhe, als zu gering an.

Bei beiden gerichtlich behandelten Kulturdenkmälern handelte es sich um innerhalb der jeweiligen Region und auch des Bundeslandes durchaus bedeutende Anlagen, die aber nicht einen Status internationalen Bedeutung haben. Aus gutachterlicher Sicht sprechen wir uns daher generell für einen Mindestabstand von WEA zu den Außengrenzen besonders wertvoller, national und international bedeutsamer Schutzgebiete wie Weltkulturerbe-Gebiete von 5 km aus. In einem Abstand von mindestens 10 km von WEA ist auch nach den weitreichenden Wirkzonen von Nohl (Zone III bei Windparks) und Breuer (höherer Wert der Wirkzone, s. o.) keine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes mehr möglich. Angesichts der großen Bedeutung von Weltkulturerbegebieten sollte bei Errichtung von WEA bis zu einer Entfernung von 10 km zu den Außengrenzen derartiger Gebiete eine Einzelfallbetrachtung erfolgen, da je nach örtlichen Gegebenheiten eine Beeinträchtigung nicht von vornherein ausgeschlossen werden kann. Hier ergibt sich ein erhöhter planerischer Aufwand mit möglicherweise resultierenden erheblichen Einschränkungen der Nutzung zum Erreichen einer verträglichen Einpassung in die

⁷⁸ OberVerwaltungsGericht Schleswig, Urteil vom 20.07.1995, 1 L 38/94; VerwaltungsGericht Dessau, Urteil vom 06.11.2002, 1 A 271/02

Landschaft.

Historische Kulturlandschaften und Kulturlandschaftselemente, die Zonen 3-4 von Biosphärenreservaten, Naturparke mit allen Zonierungen und LSG mit dem Schutzziel der Erhaltung der Vielfalt, Eigenart und Schönheit, der besonderen kulturhistorischen Bedeutung der Landschaft oder ihrer besonderen Bedeutung für die Erholung sollten als Tabu-Bereiche für die Errichtung von WEA angesehen werden. Sie wurden speziell für den Schutz bzw. die Wiederherstellung eines als ästhetisch schön empfundenen Landschaftsbildes ausgewiesen bzw. bilden wesentliche Teile eines solchen Landschaftsbildes. Die Errichtung von WEA würde innerhalb dieser Bereiche zwangsläufig zu einem Zielkonflikt führen. Im Bereich von 1,5 km, d. h. der fachlich allgemein anerkannten Zone erheblicher Beeinträchtigungen durch WEA, um diese Landschaften sind besondere planerische Aufwendungen, ggf. auch Einschränkungen notwendig (Restriktionsbereich). Um Kulturdenkmale sollte je nach Bedeutung der Objekte und ihrer Lage und Erlebbarkeit im Raum gegebenenfalls der Umgebungsbereich der 30 - 50fachen Anlagenhöhe (s. o.) von WEA freigehalten werden, d. h. die Restriktionszone um derartige Anlagen sollte etwa 5 km betragen.

Grundsätzlich sollte die detaillierte Standortwahl von Windparks die Vorgaben einer sorgfältigen Landschaftsbildanalyse beachten.

3.2 Abiotische Naturgüter sowie Pflanzen und Biotope

3.2.1 Sachstand

Bezüglich der abiotischen Naturgüter, der Pflanzen und der Biotope gehen die Auswirkungen von Bau und Betrieb der WEA nicht über den eigentlichen Standort und die Erschließungsanlagen hinaus.

Boden, Geologie

Durch die Errichtung von WEA wird Boden im unmittelbaren Umfeld der Anlage(n) sowie der notwendigen Infrastruktur betroffen. Das Fundament einer WEA nimmt je nach Art der Gründung ca. 400 - 750 m² Bodenoberfläche in Anspruch. Für die notwendigen Aufstell-, Lager-, Steuerungs- und Wartungsbereiche wird pro Anlage eine Fläche von ca. 3.000 m² benötigt, hinzu kommen die Zuwegung zur nächstgelegenen öffentlichen Straße sowie kleinere Flächen für die Stromtransportleitungen und deren Nebenanlagen (vgl. Kap. 1.2.3f). Während die Fundamentfläche vollständig versiegelt wird und damit sämtliche Bodenfunktionen verliert, werden die übrigen Flächen üblicherweise offenporig befestigt, so dass gewisse Bodenfunktionen erhalten bleiben. Allerdings muss die Befestigung für Schwerlastverkehr ausgelegt werden und es findet tiefgründiger Bodenaustausch statt. Die Gründungstiefe hängt von der Standsicherheit des anstehenden Bodens sowie den Ansprüchen der geplanten Anlage ab.

Weitere negative Veränderungen durch Verschmutzungen oder sonstige Stoffeinträge sind von Bau und Betrieb der WEA nur in unbedeutendem Maß zu erwarten.

Wasser

Die Errichtung von WEA erfolgt onshore nicht in vorhandenen Wasserflächen, so dass mögliche Auswirkungen auf das Wasser lediglich durch die Zuwegungen und die damit eventuell verbundene Notwendigkeit der Gewässerquerung sowie auf das Grundwasser erfolgen können. Notwendige Gewässerquerungen müssen als Brücken oder Durchlässe für Schwerlasttransporte

ausgelegt werden und sind entsprechend stabil auszuführen. Auch wegen dieses erheblichen Aufwandes werden die Querungen so kurz wie möglich rechtwinklig zum Gewässer eingerichtet und erfordern eine Breite von 5 - 10 m. Je nach Bedeutung des Gewässers ist auch diese punktuelle Beeinträchtigung als schwerwiegend zu bewerten und durch bauliche Maßnahmen zum Erhalt von Durchgängigkeit und sonstigen ökologischen Bedeutungen zu vermeiden.

Nennenswerte Auswirkungen auf das Grundwasser sind vom Bau einer WEA und deren Infrastruktur bei einer Meidung von Quellbereichen oder sonstigen besonders wertvollen Gewässerstrukturen nicht zu erwarten, da die versiegelte Fläche des Fundamentes gering ist und die Zuwegungen üblicherweise aus offenporigem Material aufgebaut werden, so dass die Grundwasserspende nicht reduziert wird. Eine Gefahr der Grundwasser-Verschmutzung geht vom Betrieb der WEA nicht aus. Selbst bei einem Unfall, bei dem Getriebeöl austritt, wird dieses Öl in einer Auffangwanne in der WEA selbst gesammelt (vgl. Kap. 1.2.3.3), so dass kein Öl nach außen und damit in den Boden oder das Grundwasser gelangen kann.

Klima, Luft

Der Betrieb von WEA erzeugt elektrische Energie ohne die Freisetzung von CO₂, was positiv zum Erhalt derzeitiger Klimabedingungen beiträgt. Durch die Rotorendrehung wird ein Teil der Energie des Windes adsorbiert und damit die Windgeschwindigkeit im Nachlaufbereich der WEA reduziert. Als Konsequenz entstehen in diesem Bereich auch stärkere Luftverwirbelungen, Die Reichweite dieser Nachlaufströmung (vgl. Kap. 1.3.4) ist von der Größe der Anlage abhängig und ist nach etwa 300 - 500 m auf eine unbedeutende Stärke abgesunken. Allerdings ist damit der Rotorenbereich auch bei größeren Windparks verschwindend gering im Verhältnis zu den bewegten Luftmassen, so dass keine nennenswerten kleinklimatischen Veränderungen zu erwarten sind.

Pflanzen und Biotope

Die Auswirkungen auf Pflanzenwelt und Biotope betreffen die gleiche Fläche wie die auf den Boden. Wie auch beim Boden ist die Bewertung der Auswirkungen natürlich von der vorherigen, bestehenden Nutzung und Bedeutung der Fläche für den Naturhaushalt abhängig. Der Bereich der Fundamente entfällt vollständig als möglicher Standort und auf den Wegeflächen entstehen eher naturraumfremde Sonderstandorte. Diese werden allerdings auch nur extensiv genutzt und können in intensiv landwirtschaftlich genutzter Umgebung als Bereicherung wirken. Grundsätzlich sind Biotope und Pflanzen sehr empfindlich gegenüber einer Überbauung. Über die bebauten bzw. befestigten Flächen hinaus sind keine nennenswerten Auswirkungen aus Biotope und Pflanzen zu erwarten.

Bei entsprechender Bedeutung der entsprechenden Flächen sind die möglichen Beeinträchtigungen als schwerwiegend zu bezeichnen. Das gilt i. d. R. für Geschützte Biotope (nach § 20 c BNatSchG) oder die Vorkommensorte besonders geschützter Arten (nach § 20a BNatSchG) sowie häufig auch für als Biotopkomplexe (Lebensräume) geschützten FFH-Gebiete.

3.2.2 Bestehende Regelungen

Boden, Geologie

Grundsätzlich ist der Boden sowohl in seinen natürlichen Funktionen als auch in seiner Funktion als Archiv kultureller Entwicklung zu schonen und so wenig wie möglich zu beeinträchtigen (§ 1 Bodenschutzgesetz). Besonders seltene Böden wie auch besondere kulturgeschichtliche Zeugnisse oder geologische Besonderheiten können darüber hinaus als Bodendenkmäler oder

Geschützte Landschaftsbestandteile geschützt werden. Ebenso wie andere Bauwerke sollten auch WEA nicht in für den Bodenschutz wertvollen Flächen, in/auf Bodendenkmalen oder im Nahbereich geologischer Besonderheiten errichtet werden. Die Richtlinien einiger Bundesländer weisen entsprechende Ausschlussgebiete wie 'Albtrauf' (Baden-Württemberg), 'landschaftsprägende Hangkanten und Kuppen' (Brandenburg) oder 'Kleevkanten und Steilufer' (Schleswig-Holstein), teilweise auch deren Umfeld (500 m-Umfeld und landschaftsprägende Hangkanten und Kuppen in Brandenburg) als Restriktionsgebiet, aus (vgl. Kap. 1.5 bzw. Tabelle im Anhang 1).

Wasser

Grundsätzlich sind Oberflächengewässer als Lebensraum für Tiere und Pflanzen zu sichern und Beeinträchtigungen der ökologischen Funktionen der Gewässer zu vermeiden (§ 1a WHG). Flächen mit besonderer Bedeutung wie Quellbereiche oder naturnahe Fließgewässer kommen als Standort für WEA nicht in Frage. In den Richtlinien einiger Bundesländer sind konkret 'Kleingewässer und naturnahe Fließgewässer' (Baden-Württemberg), 'sensible Fließgewässer' (Brandenburg) oder 'alle Fließgewässer 1. Ordnung inkl. 50 m Umfeld' (Schleswig-Holstein, NRW) als Ausschlussgebiete für die Errichtung von WEA benannt. Als Restriktionsgebiete gelten '500m-zu größeren offenen Wasserflächen' (Hessen), 'Überschwemmungsbereiche' (NRW) oder 40m-Umfeld der Gewässer 1. und 2. Ordnung (Rheinland-Pfalz) (vgl. Kap. 1.5 bzw. Tabelle im Anhang 1). In einigen Bundesländern sind auch die verschiedenen Zonen von Wasserschutzgebieten als Ausschlussgebiete (Zone 1 in Rheinland-Pfalz) oder Restriktionsgebiete (Zone 2 und 3 in Rheinland-Pfalz) definiert.

Klima, Luft

Hinsichtlich des Klimas und der Luft besteht kein Regelungsbedarf.

Biotop, Pflanzen

Besonders geschützte Pflanzenarten nach § 20a BNatSchG sowie Geschützte Biotop nach § 20c BNatSchG bzw. den Ländergesetzen dürfen nicht beschädigt oder vernichtet werden, so dass diese Standorte für die Errichtung von WEA sowie deren Nebenanlagen nicht in Frage kommen. In der Regel sind die Standorte besonders geschützter Pflanzen durch die Geschützten Biotop flächenmäßig geschützt bzw. in diesen enthalten. Alle Richtlinien der Bundesländer außer Bayern enthalten Geschützte Biotop, einzelne darüber hinaus auch Rote-Liste-Pflanzen (Status 1 und 2) als Ausschlusskriterien für die Ausweisung von Eignungsgebieten bzw. innerhalb von Eignungsgebieten. Als Restriktionsgebiete wird von einigen Bundesländern das Umfeld der Geschützten Biotop (200 m-Umfeld in Brandenburg, 100 m-Umfeld in M.-V.) benannt. Die FFH-Gebiete werden von einigen Bundesländern (Brandenburg, Rheinland-Pfalz, Sachsen, Schleswig-Holstein) als Ausschlussgebiete, von den anderen Bundesländern als Restriktionsgebiete (Baden-Württemberg, Bayern, NRW) beschrieben.

3.2.3 Empfehlungen

Um die Unversehrtheit insbesondere auch beim Bau der Anlagen sicher zu stellen, sollten alle o.g. Schutzobjekte (Bodenschutzobjekte, Geschützte Biotop, geologische Besonderheiten) als Ausschlussgebiete für die Errichtung von WEA gelten. Ein Pufferbereich von 300 m um die einzelnen Objekte sollte als Restriktionsbereich genaue Untersuchungen hinsichtlich möglicher Beeinträchtigungen erforderlich machen. Während die Schutzobjekte in der Standortfindung der einzelnen WEA berücksichtigt werden müssen, ist den flächenhaften größeren Schutzgebiete wie FFH-Gebieten bei der Ausweisung von Eignungsgebieten für Windkraft Rechnung zu tragen. Die FFH-Gebiete selbst sollen als Ausschlussgebiete gelten, ein Pufferbereich von

1000 m sollte hinsichtlich möglicher Beeinträchtigungen untersucht werden.

3.3 Vogelwelt

3.3.1 Sachstand

3.3.1.1 Spezifisches Verhalten im Hinblick auf mögliche Beeinträchtigungen

Vogelzug

Vogelzug⁷⁹ ist ein sowohl stetiger als auch dynamischer Vorgang. Stetig insofern, dass Vögel hinsichtlich ihrer Flugrouten und -zeiten, der Rastplätze und auch der Ziele von Hin- und Rückflug Traditionen bilden und manche Vögel (wie beispielsweise Störche) jedes Jahr nach einem 5.000 km-Flug den gleichen Horst ansteuern. Teilweise sind diese Zugzeiten und -richtungen genetisch fixiert. Dennoch ist der gesamte Vorgang des Vogelzuges im mittleren Zeithorizont als ein sehr dynamischer Prozess⁸⁰. Bei vielen Vögeln sind die Erbanlagen für Stand-, Strich- und Zugverhalten vorhanden und können in Zeiträumen von 40-50 Jahren (25-30 Vogelgenerationen) bei entsprechenden Bedingungen verändert werden⁸¹.

Man kann Kurz-, Mittel- und Langstreckenzieher unterscheiden. Sehr viele Vögel ziehen mit Vorliebe nachts zu Zeiten geringerer Windgeschwindigkeiten und Strahlungsintensität. Viele Vogelarten haben für ihre Rastplätze artspezifische Habitatmuster, unterscheiden sich aber in Zugzeit insgesamt oder Tageszeit des Zuges, so dass auch in großen Sammel-Rastgebieten (insbesondere Feuchtgebieten) wenig Konkurrenzverhalten auftritt. Limikolen oder Gänse beispielsweise zeigen ein hohes Maß an traditioneller Gebundenheit an ihre Rastgebiete, innerhalb derer auch längere Verweilzeiten vorkommen. Andere Vogelartengruppen finden vielerorts hinreichende Rastbedingungen und verhalten sich entsprechend wahllos.

Die Orientierung auf dem Zug kann bei einigen Vogelarten durch das Magnetfeld der Erde oder den Stand der Sonne erfolgen. Bei diversen Nachtziehern spielen auch der Stand der Sterne und das polarisierende Licht der Dämmerung eine wichtige Rolle. Sowohl olfaktorische Reize als auch die tags wie nachts erkennbaren Landschaftbestandteile (Landmarken) spielen bei der Orientierung der Vögel eine Rolle, so dass sowohl großräumig als auch kleinräumig Windverdriftungen oder Desorientierungen etwa durch starke Wolkenbildungen oder Nebel ausgeglichen werden können.

Bei den meisten Zugvögeln im europäischen Raum ist ein ausgesprochener Breitfrontzug zu beobachten, d.h. sie durchfliegen große Teile ihrer Durchzugsgebiete ohne besondere Berücksichtigung geomorphologischer Besonderheiten. Dieses findet überwiegend in Höhen gleichmäßiger Windverhältnisse statt. Einige Vogelarten (insbesondere die Großvögel wie Kranich oder Storch) nutzen eher schmale Korridore und treten dort in starken Konzentrationen auf.

Wenngleich beispielsweise für die Überquerung der Alpen Höhen von mehreren 1.000 m erreicht werden, verläuft im allgemeinen der großräumige Vogelzug sowohl über der Nord- und

⁷⁹ Grundlegend zum Thema: Berthold 2000.

⁸⁰ Nur mit einer großen Variabilität innerhalb dieses Geschehens und großen Möglichkeit der Anpassung sind die Wiederbesiedelung Mittel- und Nordeuropas nach den Eiszeiten oder auch die heute zu beobachtenden Arealerweiterungen einiger Vogelarten überhaupt möglich, vgl. Berthold 2000.

⁸¹ Berthold 2000, S. 69ff.

Ostsee als auch über Deutschland in Höhen von mehreren hundert bis weit über 1000 Metern⁸². Der Anteil von Zugvögeln, die in Höhen bis 200 m fliegen und damit visuell erfassbar sind, macht etwa 15 - 20 % des gesamten Zuggeschehens aus. Bei Kurzstreckenziehern und Strichvögeln, aber auch bei widrigen Witterungsbedingungen sowie im weiten Umfeld der Rastgebiete sind erheblich niedrigere Flughöhen der Vögel zu erwarten. Hier sind auch längere Aufenthaltszeiten mit niedrigen Wechselflügen innerhalb der Teilgebiete und funktionalen Räume zu beobachten. Verdichtungen des Zuggeschehens wurde auch auf lokaler Ebene sowohl horizontal als auch vertikal bei besonderen topographischen Verhältnissen festgestellt.

Brutvögel

Fast alle Strukturen von Boden, Vegetation oder Gebäuden haben für einzelne Vogelarten jeweils auch Habitatcharakter, so dass neben natürlichen und naturnahen Strukturen auch anthropogene Objekte wie Schotterwege oder Nisthilfen an Stahlmasten für die Brut angenommen werden können. Naturgemäß bestehen allerdings erhebliche Unterschiede des Vorkommens von bestimmten Vogelarten und deren Ansprüche an die Lebensraumbedingungen in den vielfältigen Naturräumen Deutschlands, so dass nur einzelne Teilaspekte des Brutgeschehens dargestellt werden können.

Man kann Revier- und Koloniebrutvögel unterscheiden, manche Vogelarten wie der Kiebitz zeigen sowohl das eine wie das andere Verhalten. Der Vogelgesang oder Rufe spielen insbesondere zur Revierabgrenzung, aber auch bei der Paarfindung und für die Kommunikation mit den Küken eine wichtige Rolle. Viele Vögel sind hinsichtlich ihrer notwendigen Umweltbedingungen anpassungsfähig und können beispielsweise lernen, dass von immer wiederkehrenden Ereignissen wie vorbeifahrenden Autos oder dem Schattenschlag der Windkraftanlagen keine Gefährdung ausgeht. Andere Vogelarten sind stärker genetisch fixiert in ihren Lebensraumansprüchen und ihrem Verhalten, so dass beispielsweise auch jahrelanger Misserfolg der Brut Kiebitze nicht abhalten kann, ihr Nest in Maisäckern zu bauen oder Schwarzstörche bzw. Auerhühner auch über viele Generationen hinweg ihre Scheu vor Menschen und damit ihre Ansprüche an Ungestörtheit ihrer Brutgebiete nicht verlieren.

3.3.1.2 Aspekte der Beeinträchtigungen von Vögeln

Grundsätzlich geht von den Türmen der Windkraftanlagen selbst sowie insbesondere von dem sich drehenden Flügel eine Kollisionsgefährdung für Vögel aus. Dabei könnte auch die Farbe der Anlage eine Rolle spielen. Zusätzlich zur direkten Kollision stellen auch die starken Luftverwirbelungen im Nachlauf der Anlagen sowie die enormen Druckunterschiede an den Rotorblattvorder- und -rückseiten eine Gefährdung dar.

Als indirekte Beeinträchtigungen sind Vertreibungswirkungen durch vertikale und sich bewegende Elemente der WEA möglich. Die Vögel werden möglicherweise beunruhigt und irritiert, was zu verändertem Verhalten und negativen Auswirkungen auf die Rast- oder Bruterfolge führen kann. Zugvögel können in ihrer Zugrichtung abgelenkt oder in andere Bereiche verdrängt werden. Hinterliegende Rast- oder Nahrungsflächen können abgeschnitten werden und zu Ressourcenknappheit führen. Neben den Anlagen selbst kann auch von Wartung und Reparatur der Anlagen mit der damit verbundenen Zunahme der menschlichen Störungen eine Beeinträchtigung von Vogel Lebensräumen ausgehen.

Die Befeuern der über 100 m hohen Windenergieanlagen könnte zu Irritationen führen oder die vorgenannten negativen Auswirkungen verstärken.

⁸² Jellmann 1979, 1989, Koop 1997, Becker et al 1997, Berthold 2000, Exo et al 2002.

3.3.1.3 Beurteilung der Beeinträchtigung von Vögeln durch WEA

Kollisionsgefahr

Wurde das Kollisionsrisiko früher als sehr hoch eingeschätzt⁸³, kann man inzwischen nach diversen Untersuchungen das Risiko der Kollision mit Windenergieanlagen mit Ausnahme weniger, nachfolgend genannter Arten nach den derzeit vorliegenden Untersuchungen überwiegend als gering ansehen⁸⁴. Der Großteil des Vogelzuges spielt sich im allgemeinen in höheren Luftschichten ab, Brutvögel bleiben eher unterhalb des Rotorbereiches und in der Regel weichen die Vögel derartigen Hindernisse aus. Probleme können aber entstehen bei Vogelarten, die sich über längere Zeiträume im Höhenbereich der Rotoren aufhalten wie beispielsweise manche Greifvögel (z. B. Rotmilan) oder bei solchen, die immer wiederkehrend beim Wechsel von Nahrungsraum und Horst die Rotorenbereiche durchfliegen.

Insgesamt erwies sich bei einer Vielzahl von Untersuchungen des Vogelschlagrisikos an bestehenden Windparks im europäischen, aber auch nordamerikanischen Raum, dass mit Kollisionsraten von einzelnen Tieren pro Anlage und Jahr gerechnet werden kann.⁸⁵ In den überwiegenden Fällen lag die Kollisionsrate unter 1, Windparks entlang der Küstenlinie oder innerhalb wichtiger Vogelrastflächen hatten teilweise höhere Raten bis 3,6 getöteten Tieren / WEA / Jahr. Die Verluste sind also in der Regel nicht so hoch, dass dies zu einem wesentlichen Rückgang der betroffenen Vogelbestände führen würde. Zu einem ähnlichen Ergebnis kam bereits Vauk 1990 bei Untersuchungen an verschiedenen Windparks im deutschen Küstenraum.

Dennoch sind einige spezifische Empfindlichkeiten der Vögel gegenüber Kollisionen mit Windenergieanlagen bekannt. Bei Schlechtwetterlagen wurden bei Möwenarten Kollisionen in einem Windpark beobachtet⁸⁶. Insbesondere die befeuerten großen Windkraftanlagen im Küstenbereich könnten - ähnlich den Leuchttürmen - bei widrigen Wetterlagen als Orientierung der Vögel dienen und direkt angeflogen werden. Die Bedeutung dieses Risikos kann heute noch nicht sicher eingeschätzt werden, es ist aber denkbar, dass auf diese Weise bedeutsame Verluste hervorrufen werden könnten. Daher sollte diese Problematik weiter untersucht werden. Zugvögel sind speziell im Sink- und Steigflug, bei Gegenwind und ungünstiger Witterung potentiell gefährdet, weil sie dann in geringeren Höhen fliegen. Von erhöhtem Risiko ist im Umfeld der Vogelrastgebiete und bei lokalen oder großräumigen Leitlinien des Vogelzuges auszugehen, da mit größeren Anteilen relativ niedrig fliegender Vögel zu rechnen ist, aber auch aus dem massiven Auftreten der Vögel eine größere Gefährdung ausgeht⁸⁷.

Weiterhin ist das Kollisionsrisiko auch artabhängig. Seitens der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburg wird seit 2001 eine bundesweite zentrale Fundkartei an WEA verunglückter Vögel (und Fledermäuse) geführt, die mit Datum vom 18.08.2004 Totfunde von 244 Vögeln im Nahbereich von WEA ausweist.⁸⁸ Aus einer artbezogenen Auflistung wird deutlich, dass die Arten Rotmilan (40 Ex.), Mäusebussard (23 Ex.) und Seeadler (13 Ex.) besonders häufig

⁸³ U. a. auf der Basis von Hochrechnung wie von Karlsson 1983 in Clausager & Nohr 1995, S. 11.

⁸⁴ ARSU 2003, S. 96ff., Exo 2001, S. 323, Hötter et al. 2004, S. 27ff., Rehfeldt et al. 2002, S. 67.

⁸⁵ ARSU 2003

⁸⁶ Still 1996.

⁸⁷ Richardson 2000, auch Winkelmann 1992.

⁸⁸ Dürr 2004. Die Funde erstrecken sich über die Jahre 1989 - 2004, beruhen allerdings auf wenigen Untersuchungen und einzelnen Zufallsmeldungen und können somit nicht in unmittelbarem Vergleich zu der Anzahl der ca. 15.000 vorhandenen WEA gestellt werden.

aufgefunden werden.⁸⁹ Auch der Uhu wurde mehrere Male als Schlagopfer gefunden.⁹⁰ Zum Teil kann das mit der besseren Auffindbarkeit der großen Tiere zusammenhängen. Offensichtlich bestehen aber bei Vögeln, die wie die genannten Großvögel kein Meideverhalten gegenüber den WEA zeigen (also in diesem Sinne unempfindlich gegenüber WEA sind), ein erhöhtes Risiko für Kollisionen. Einige Greifvögel, speziell der Rotmilan, verunglücken besonders häufig an Windparks in weiträumigen Agrarlandschaften des Binnenlandes. Offenbar werden die Tiere durch eine verbesserte Nahrungssituation am Fuße der WEA (Ruderalfluren und Schotterflächen) in diese Bereiche gelockt und da sie keine Scheu vor den Anlagen haben, kommt es in einigen Fällen auch zu Kollisionen. In dem Zusammenhang spielt auch die Verwendung von Gittermasten als Risikofaktor für Greifvögel eine Rolle, da diese solche Strukturen als Ansitzwarte nutzen. Eine Zusammenstellung von Vogelarten mit besondere Empfindlichkeit bzw. größeren Mortalitätsraten findet sich auch im Birdlife-Report 2002⁹¹. Bei langlebigen Großvogelarten wie den großen Greifvögeln oder auch Störchen, die über eine geringe Reproduktionsrate verfügen, kann der Verlust auch von relativ wenigen Tieren eine große Tragweite für örtliche Populationen haben.

Brutvögel

Im allgemeinen haben Brutvögel eine schnellere und bessere Anpassungsfähigkeit an bauliche Maßnahmen als Zugvögel, da sie sich lediglich auf eine spezifische Situation einstellen müssen und Gefahr und Risiken einschätzen lernen können. Ihre Empfindlichkeit gegenüber WEA ist artabhängig unterschiedlich, überwiegend jedoch gering.

Vollständig unempfindlich gegenüber WEA sind sowohl Singvögel der Hecken⁹² als auch Röhrichtbrüter⁹³; sie wurden auch in höherer Dichte in Anlagennähe im Verhältnis zu den weiter entfernten Bereichen kartiert⁹⁴. Offenlandbrüter wurden lange Zeit als empfindlich gegenüber WEA eingeschätzt, da sie die Prägung aufweisen, den Schatten von Greifvögeln als Gefahr zu erkennen. Vergleichbares wurde für den rotierenden Schatten von WEA-Rotoren angenommen. Es hat sich aber gezeigt, dass die meisten Arten, wie Kiebitz, Austernfischer, Uferschnepfe, Rotschenkel, Wiesenpieper, Feldlerche und wahrscheinlich auch Großer Brachvogel als Brutvögel doch relativ unempfindlich gegenüber WEA sind⁹⁵, d. h. dass sie offenbar lernen, dass von diesem Schatten keine Gefahr für sie ausgeht. Für den Kiebitz wurde nur eine Meidung des Nahbereichs der Anlagen bis 100 m⁹⁶ bzw. 200 m⁹⁷ Entfernung beobachtet. Bei relativ langlebigen Vogelarten wie dem Großen Brachvogel, für den die wenigen vorliegenden Daten keine Empfindlichkeit zeigen, kann eventuell eine verzögerte Meidung der WEA-Bereiche befürchtet werden. Möwen fliegen auf ihren Wegen zwischen Brutplatz und Futterplatz durch

⁸⁹ Freude 2004.

⁹⁰ vgl. Bergerhausen 2004.

⁹¹ Langston & Pullan 2002.

⁹² Ehlinger 2001; Kaatz 2001.

⁹³ Walter & Brux 1999.

⁹⁴ De Lucas et al 2004

⁹⁵ Reichenbach 2001, Winkelmann 1990, Böttger 1990, Walter & Brux 1999, Percival 2000 in Auswertung diverser englischer Untersuchungen über Limikolen und andere Vögel, bei Feldlerche auch Loske 2000, Eickhoff 1999, Bergen 2001, im Widerspruch zu Petersen / Poulsen 1991 im Wattenmeerbereich wahrscheinlich eher wegen vielfacher Störungen aufgrund nicht funktionierender WEA.

⁹⁶ Bach 1999, Schmal + Ratzbor 2002.

⁹⁷ Gerjets 1999.

Windparks hindurch⁹⁸. Bei Untersuchungen in den USA wurden keine signifikanten Unterschiede der Besiedlung von Singvögeln des Offenlandes in Windparks oder außerhalb gefunden⁹⁹, ähnliche Ergebnisse einschließlich diverser Limikolen wurden in England bei der Auswertung von Brutvogelfeststellungen vorher / nachher bei 10 Windparks ermittelt¹⁰⁰. Nester von Sandregenpfeifer und Säbelschnäbler wurden im Nahbereich bis 100 m um vorhandene WEA festgestellt¹⁰¹.

Einige Arten haben eine mittlere Empfindlichkeit gegenüber WEA, was sich in einem Meideverhalten des engeren Umgebungsbereiches ausdrückt. Diese Arten halten einen Abstand von etwa 300 - 500 m von WEA. Beobachtet wurde eine solche dauerhafte Meidung für die Arten Wachtel und Wachtelkönig, die Ursache dafür liegt voraussichtlich in der Geräusentwicklung der Anlagen, welche die innerartliche Kommunikation der Tiere überlagert¹⁰². Graureiher weichen etwa 300 m aus, Rohrweihe und Kornweihe wurden beobachtet mit Meideverhalten von 300-500 m¹⁰³, in einer vorher-nachher-Untersuchung wurde aber nach Errichten der WEA eine deutliche Zunahme dieser Greifvögel ohne festzustellendes Meideverhalten des Umfeldes der WEA festgestellt¹⁰⁴. Mäusebussard und Rabenkrähe können Meidungsverhalten auf WEA haben und brüten im engeren Umfeld von Windkraftanlagen weniger sowohl im Küstenbereich¹⁰⁵ als auch im Binnenland¹⁰⁶, es wurde aber auch für den Mäusebussard wie auch den Roten Milan und den Turmfalken in einer detaillierten Untersuchung¹⁰⁷ des Verhaltens dieser Tiere vor und nach der Errichtung von WEA keine signifikanten Unterschiede oder ansatzweises Meideverhalten ermittelt. Dieses Ergebnis entspricht Untersuchungen an Greifvögel in Windparks in Südeuropa¹⁰⁸.

Allgemein sehr störungsempfindliche Vögel wie Haselhuhn, Wiedehopf, Raubwürger, Großtrappe oder Schwarzstorch halten zu WEA die größten Abstände von mindestens 500 m ein, wobei nicht nur die Anlagen selbst, sondern auch der Betrieb der technischen Einrichtungen allgemein störend wirken¹⁰⁹.

Gastvögel

Grundsätzlich verlieren die von Windkraftanlagen in Anspruch genommenen Bereiche, d. h. die Stellflächen selbst sowie bei gruppenweiser Aufstellung der Anlagen auch die dazwischen befindlichen Flächen, an Bedeutung für die dort möglicherweise rastenden Vögel. Diverse Untersuchungen belegen ein Meideverhalten der Anlagen, die Reichweite dieses Meidens ist nach derzeitigem Kenntnisstand sowohl von den Anlagen selbst (also dem Typ) und der Konstellation der Anlagen (in Reihe oder als Gruppe) als auch von der Empfindlichkeit der

⁹⁸ van den Bergh 2002.

⁹⁹ Leddy 1999.

¹⁰⁰ Thomas 1999.

¹⁰¹ Schmal + Ratzbor 2002

¹⁰² Müller & Illner 2001.

¹⁰³ Müller & Illner 2001.

¹⁰⁴ Bergen 2001c

¹⁰⁵ Gerjets 1999.

¹⁰⁶ Ehlinger 2001.

¹⁰⁷ Bergen 2001c

¹⁰⁸ Barrios L. 2004

¹⁰⁹ Brauneis 1999, Isselbacher 2001.

Vogelart sowie der Ernährungssituation und damit dem Ausmaß an geeigneten Ausweichflächen im gesamten Rastgebiet abhängig. Dementsprechend sind die Untersuchungsergebnisse hinsichtlich des Verhaltens der einzelnen Vogelarten oder Artengruppen als Anhaltswerte zu sehen und geben eine Variationsbreite des Verhaltens wieder.

Drosseln und Star, vielleicht auch Singvögel allgemein, sind unempfindlich gegenüber WEA und zeigen kein besonderes Meideverhalten. Auch Greifvögel fliegen in den Nahbereich der Anlagen¹¹⁰, woraus sich ein höheres Kollisionsrisiko für diese Arten ergibt (s. o.). Sturmmöwen sind ebenfalls tolerant gegenüber WEA und durchfliegen die Anlagen¹¹¹.

Für Kiebitzschwärme wurden sehr unterschiedliche Meideabstände zu WEA ermittelt: Sie reichen von 400-500 m¹¹² über 200 m¹¹³ bis zu der begründeten Einschätzung, dass Rastplatzverschiebungen bei Kiebitzen ab 100 m Abstand zu den WEA nicht mehr nachweisbar sind¹¹⁴. Für Goldregenpfeifer sind Meideabstände bis 250 m nachweisbar, beim Großen Brachvogel ebenfalls zu vermuten (eingeschränkte Aussagekraft aufgrund geringerer Datenbasis)¹¹⁵. Von Schreiber wird auf Basis einer einmaligen Untersuchung 1995/96¹¹⁶ im Küstenbereich für fast alle Rastvögel außer Star, insbesondere den Limikolen und Gänsen, deutliches Meideverhalten eines Bereiches von mind. 300 - 500 m um die WEA errechnet. Bei der detaillierten Auswertung seiner Ergebnisse¹¹⁷ ergibt sich aber, dass die Fluchtreaktion der untersuchten Arten nicht über 100 bis max. 200 m hinaus reichte (Tab. 9). Die Verteilung der kartierten Gastvögel in dem etwa 14.000 ha großen Bearbeitungsgebiet ist von sehr vielen verschiedenen Faktoren abhängig, die z.T. vertreibende (Straßen, Bebauung, WEA, Jagdausübung, Begüllung), z. T. anlockende Wirkung (Futter, nasse Wiesenflächen etc.) haben. Den Durchschnittswert der Vorkommensdichte nur in Abhängigkeit von den WEA-Standorten zu berechnen, erscheint daher nicht vollständig plausibel. Die dargestellten Einzelergebnisse zeigen aber sicher, welche Menge von Tieren sich wie nah an WEA-Standorten aufhielt. Aus diesen Werten kann (sofern es sich nicht nur um einzelne Exemplare handelt) die minimale Fluchtdistanz der Art abgeleitet werden, was in Tabelle 9 geschehen ist.

Tabelle 9: Maximale Annäherung (A.) bzw. minimale Abstände verschiedener Gastvögel zu Windkraftanlagen im Bereich der Krummhörn (Ostfriesland)

(Quelle: Schreiber in: BfN 2000)

Art	Blessgans	Goldregenpfeifer	Graugans	Gr. Brachvogel	Kampfläufer	Kiebitz	Lach- / Sturmmöwe
A. bis	200 m	100 m	< 100 m	200 m	200 m	100 m	< 100 m
Art	Nonnengans	Pfeifente	Ringelgans	Saatgans	Singschwan	Star	Stockente
A. bis	100 m	100 m	100 m	< 100 m	100 m	< 100 m	< 100 m

Aus einer ebenfalls einjährigen Untersuchung an der Leybucht (binnendeichs) wird aus dem Rastverhalten von Nonnengänsen geschlussfolgert, dass Nonnengänse WEA meiden und die

¹¹⁰ Reichenbach 2001.

¹¹¹ Sinning 2001.

¹¹² Ehlinger 2001, Reichenbach 2001.

¹¹³ Bergen 2001a, b

¹¹⁴ Bach 1999, Auswertungen von 6 verschiedenen Windparks.

¹¹⁵ Bach 1999.

¹¹⁶ Schreiber 2001.

¹¹⁷ Schreiber in: BfN 2000.

Flächen bis 350 m Abstand vollständig, die zwischen 350-600 m etwa zur Hälfte entwertet würden¹¹⁸. Diese aus den Durchschnittswerten von Gänseaufenthaltsflächen errechneten Distanzwerte stehen aber im Widerspruch zu der gleichzeitigen Feststellung dieser Untersuchung, dass Nonnengänse regelmäßig und dauerhaft in 150 m zu einer Reihe WEA vorkommen. Bei einer Untersuchung der Auswirkungen von WEA auf das Rastverhalten der Kurzschnabelgans wurde ein Meideverhalten bis 100 - 200 m um die Anlagen und gleichzeitig auch ein Meiden der Windparkinnenbereiche festgestellt¹¹⁹. Die Bedeutung des Wybelsumer Polders ist seit Errichtung des dortigen Windparks (alle Flächen innerhalb der 500 m Radien) deutlich gestiegen für Graugans und Blässgans sowie für mehrere Entenarten und Limikolen wie Säbelschnäbler, Sichelstrandläufer und Grünschenkel¹²⁰. Wenngleich die Ursache dafür nicht im dortigen Windpark gesehen werden kann, ist das Meideverhalten dieser Vogelarten gegenüber den WEA anscheinend auf den unmittelbaren Nahbereich beschränkt ohne dass der Gesamttraum entwertet würde.

Weiterhin sind in lokalen Zugleitbahnen (Tallagen, Pässe) im Mittelgebirgsraum bei diversen Vogelarten starke Irritationen durch dort befindliche WEA beobachtet worden¹²¹. Dabei wurde festgestellt, dass bereits in mehreren Kilometern Entfernung zu den Anlagen Verhaltensänderungen der Vogelschwärme auftraten mit Ausweich- und Steigflügen bis zum spontanen Auflösen der Schwärme. Es sind in solchen Fällen also zusätzliche Kraftaufwendungen durch erheblichen Steigflug, Sammeln und Orientieren oder mehrere Kilometer Umweg durch die Vögel aufzubringen, die Gefährdung durch Vogelschlag ist auch bei exponierten Lagen und Zugverdichtungen eher gering einzuschätzen¹²². Diese Einschätzung hinsichtlich der Zugleitbahnen kann aber anders sein, wenn ähnlich wie im Umfeld der großen Rast- und Sammelplätze kollisionsempfindliche (Groß-) Vogelarten betroffen sind, so dass ein größerer Untersuchungsbereich notwendig ist..

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Bedeutung von Flächen als Rastplatz für Vögel im Umfeld der Windenergieanlagen verringert wird. Mit zunehmendem Abstand wird der Einfluss der WEA geringer, die Innenflächen bei gruppenweiser Aufstellung der Anlagen verlieren ihren Wert vielleicht vollständig. Gemäß den oben dargestellten Untersuchungsergebnissen werden Flächen mit Abstand bis 200 m zu den WEA von Rastvögeln des Offenlandes überwiegend deutlich gemieden. Empfindlichere Arten, speziell der Kiebitz, meiden teilweise sogar Flächen bis zu einer Entfernung von 500 m von WEA. Da noch nicht für alle Arten Untersuchungen stattgefunden haben und manche (speziell seltene) Arten eventuell empfindlicher reagieren könnten, sollte im Sinne des im Naturschutz geltenden Vorsorgeprinzips von einem Meideabstand in einem Radius von 300 m um WEA ausgegangen werden. In der Regel sind keine nachteiligen Auswirkungen in Entfernungen von mehr als 500 m möglich, im Einzelfall von großen Rast- und Sammelplätzen kollisionsempfindlicher (Groß-) Vögel, wie z. B. Kranichen, könnten sie aber gerade in den Einflugbereichen darüber hinaus gehen. Da viele Zugvogelarten Rastflächen in großräumigen Zusammenhang nutzen, ist für solche Arten auch bei großen Windparks kein wesentlicher Einfluss auf die Bestandsdichte im Gesamtgebiet oder die gesamte Population zu erwarten, wenn das Rastplatzangebot nicht vor Errichten der Anlagen Minimumfaktor war. Im Umfeld der zentralen Rast- und Sammelgebiete oder kleinerer oder spezifisch genutzter Rastgebiete (wie Feuchtgebiete) können allerdings bestandswirksame

¹¹⁸ Kowallik & Borbach-Jaene 2001.

¹¹⁹ Larsen/Madsen 2000.

¹²⁰ Schmal + Ratzbor 2003.

¹²¹ Richarz 2001.

¹²² De Lucas et al 2004

Störungen auftreten. In besonderer topographischer Lage können die Irritationen der Vogelschwärme deutlich zutage treten, grundsätzlich werden die Anlagen umflogen, dauerhafte Barrierewirkungen sind überwiegend nicht zu befürchten. Erhebliche physiologische Schwächung der Vögel ist durch die zu erwartenden Umwege im Verhältnis zu den sowieso zu überwindenden Entfernungen im allgemeinen nicht absehbar, insbesondere, da der Großteil des Vogelzuges in großen Höhen ohne Einflussnahme durch die lokalen Zugleitbahnen verläuft. Unterschiedliche Auswirkungen der verschiedenen hohen Anlagen sind voraussichtlich nicht erheblich, auch von zukünftig bis 200 m hohen Anlagen sind nicht wesentlich mehr oder andere Auswirkungen auf den Vogelzug oder die Brutplatzwahl der Vögel zu erwarten. Die Auswirkungen der Befeuerung (vielleicht deren Nutzung als Leitbefeuerung durch die nächstens ziehenden Vögel) sind noch nicht hinreichend geklärt, erhebliche Auswirkungen sind analog zu den sehr starken Beleuchtungen der Städte, Industriegebiete oder Flugplätze eher in Ausnahmefällen zu erwarten.

3.3.2 Bestehende Regelungen

Derzeit besteht die Zielsetzung, wertvolle Bereiche für den Vogelschutz in möglichst funktionalen Einheiten von der Errichtung von WEA frei zu halten, weil diese negative Auswirkungen auf Vögel haben können. Daher sind EU-Vogelschutzgebiete und Feuchtgebiete internationaler Bedeutung gem. Ramsar-Konvention in den meisten Bundesländern als Ausschlussgebiete für die Errichtung von WEA eingestuft (vgl. Tab. 4). In einigen Ländern wird auch die Umgebung dieser Schutzgebiete als Ausschluss- bzw. Tabubereich angesehen.

Zwei Bundesländer, Brandenburg und Sachsen, haben hinsichtlich der Regelungen zum Vogelschutz bei der Planung von WEA besonders detaillierte Empfehlungen. Diese stützen sich allerdings nicht auf konkrete Untersuchungen zum Meideverhalten der verschiedenen Vogelarten in Bezug auf WEA, sondern sind eher aus der Seltenheit der Arten und dem daraus abgeleiteten Schutzbedürfnis entstanden. In der folgenden Tabelle 10 werden die Abstandsempfehlungen in Hinblick auf die Belange des Vogelschutzes von Brandenburg (Ergänzung des Erlasses des MUNR Brandenburg von 24.5.1996) und Sachsen (Teilfortschreibung des Regionalplanes Oberlausitz-Niederschlesien für das Kapitel II.4.4.7 Entwurf 2003) gegenüber gestellt.

Zusammenfassend kann bei im Detail unterschiedlichen Einschätzungen festgestellt werden, dass in Brandenburg und Teilen von Sachsen die vorhandenen Vogelschutzgebiete und (teilweise flächengleichen) international bedeutsamen Feuchtgebiete nach der Ramsar-Konvention inkl. eines 1 km breiten Pufferstreifens als Tabuflächen für mögliche Windkraftanlagen benannt sind. Bis zur vollständigen Feststellung der NATURA 2000-Gebiete auf europäischer Ebene werden in der Region Oberlausitz-Niederschlesien auch die IBA-Gebiete ähnlich bewertet. Hinsichtlich des konkreten Vogelschutzes sind insbesondere die Brutgebiete von empfindlichen Großvögeln wie Greifvögel, Kranich oder Schwarzstorch und deren Umgebung bis in 3 - 6 km Entfernung zum Neststandort als Tabu- oder Restriktionsbereiche definiert. Auch zu den Brutplätzen anderer gegenüber den WEA oder Störungen jeglicher Art empfindlicher Vögel wie dem Birkhuhn oder dem Wiedehopf oder auch zu Brutkolonien seltener Vogelarten wie der Flusseeeschwalbe oder dem Graureiher sollten Abstände von 1 - 3 km eingehalten werden. Bezüglich dem Erhalt günstiger Bedingungen für Zugvögel sollten die Rastflächen von empfindlichen Zugvogelarten mit einem Puffer von 1 - 2 km nicht für die Errichtung von WEA genutzt werden. Bei besonders empfindlichen Arten und bedeutsamen Gebieten, sofern sie nicht als Vogelschutzgebiete grundsätzlich frei zu halten sind, kann sich diese Pufferzone auf 5 - 10 km um die eigentlich genutzten Flächen erstrecken.

Im 'Gutachten zur Ermittlung definierter Lebensraumfunktionen bestimmter Vogelarten (Vogelbrut-, Rast- und Zuggebiete) in zur Errichtung von Windkraftanlagen geeigneten Bereichen von Rheinland-Pfalz'¹²³ sind ebenfalls ähnliche Abstandswerte benannt. Wenngleich dieses Gutachten nicht als verwaltungsverbindliche Richtlinie zu verstehen ist, sondern im Einzelfall abzusichernde Vorsorgewerte aus naturschutzfachlicher Sicht anbietet, findet sich eine ähnliche Einschätzung zur Einschränkung der Errichtung von WEA wie in Sachsen und Brandenburg. Wie oben aufgeführt sollten die EU-Vogelschutzgebiete, Ramsar-Gebiete, Naturschutzgebiete und IBA-Flächen, hier allerdings mit 2 km Pufferzone, in Hauptanflug- und abflugrichtung bis 4 km, als Tabubereiche gelten. Die Lebensräume von Großvogelarten sollten mit 2 km Umkreis um die Neststandorte, im Einzelfall besonders störungsempfindlicher Arten bis 10 km Umkreis, von WEA frei gehalten werden. Für landesweite Verbreitungsschwerpunkte hochgradig gefährdeter Vogelarten wie Wiedehopf oder Haselhuhn wird ebenfalls ein 2 km Umkreis um die bekannten Brutplätze als Tabu-Bereich vorgeschlagen. Rastgebiete von störungsempfindlichen bzw. gefährdeten Vogelarten, insbesondere die Korridore zwischen Teilräumen (Schlafplätze, Nahrungsflächen) sollten mit einer Zone von 2 km in der Hauptanflug- und Abflugrichtung anlagenfrei bleiben. Gleiches gilt für vertikale und horizontale Verdichtungsgebiete des Vogelzuges wie Taleinschnitte oder Kammlagen.

Vergleichsweise sei darauf hingewiesen, dass in Schleswig-Holstein und Nordrhein-Westfalen lediglich 200 m Tabubereich um die bestehenden Schutzgebiete vorgesehen ist und die übrigen Flächenländer keinen grundsätzlich einzuhaltenden zusätzlichen Schutzbereich für notwendig ansehen. Vielleicht liegen dieser unterschiedlichen Bewertung der Schutzbedürftigkeit auch andere Ansätze der Schutzgebietsabgrenzung zugrunde.

Hinsichtlich der aus der Empfindlichkeit der Vögel resultierenden Abstandsempfehlungen für WEA gehen die Bundesländer Brandenburg, Sachsen und Rheinland-Pfalz teilweise weit über die in Kap. 3.3.1.3 festgestellten Empfindlichkeiten von Vögeln hinaus. Wenngleich bei den gefährdeten Großvögeln wie den Adlern aufgrund der Überschneidung ihres dauerhaft in Anspruch genommenen Flugraumes mit den Bereichen der Rotoren eine erhöhte Unfallträchtigkeit angenommen werden kann wie auch bei der Großtrappe wegen ihrer mäßigen Flugkunst, so konnte bei anderen benannten Vogelgruppen keine derartige Empfindlichkeit registriert werden. Gebüschbrüter wie Neuntöter, Ortolan oder Sperbergrasmücke sind unempfindlich gegenüber den Auswirkungen von in der Nähe befindlichen WEA, Freiflächenbrüter wie Brachpieper oder Heidelerche und auch Limikolen wie Uferschnepfe, Rotschenkel oder Kampfläufer zeigen häufig nur ein relativ geringes Meideverhalten des Anlagenbereiches von bis zu 200 - 300 m.

¹²³ Isselbacher 2001.

Tabelle 10: Abstandsempfehlungen zum Vogelschutz in Brandenburg und Sachsen

Gebietskategorie oder Vogelart	Tabubereich		Restriktionsbereich	
	Brandenburg	Sachsen	Brandenburg	Sachsen
Ramsar-Gebiete und SPA, IBA-Liste (nur Sachsen)	1 km ab Außengrenze	einzelfallbezogener Puffer	-	-
Horststandorte von See- und Schreiadler Korn- und Wiesenweihe Wanderfalke Schwarzstorch Uhu Sumpfohreule Steinkauz	3 km um Horststandorte -	Brutgebiet	3 - 6 km um Horststandorte -	3 km 2 km 3 km 3 km 3 km - 3 km
Horststandorte von Fischadler, Baumfalke Rohrweihe Weißstorch, Kranich Rohr- und Zwergdommel Rot- und Schwarzmilan Singschwan Wespenbussard Wiedehopf, Raubwürger Brachpieper, Ziegenmelker Heidelerche, Neuntöter Ortolan, Sperbergrasmücke	1 km um Horststandorte - - - - - - -	Brutgebiet	1 - 4 km um Brutplätze / Horste - - - - - - -	3 km 2 km 3 km 3 km 2 km 3 km 2 km 2 km 2 km 1 km 1 km
Brutkolonien von Möwen, Seeschwalben Graureiher Flusseeeschwalbe Saatkrähe, Dohle	1 km um Brutkolonie - -	Brutgebiet	- - -	2 - 3 km je nach Größe der Kolonie
Brutplätze von Wachtelkönig	1 km um Brutplatz	Brutgebiet	1 - 2 km um Brutplatz	3 km
Schwerpunktbrutgebiete von Großer Brachvogel, Uferschnepfe, Rotschenkel, Kampfläufer Birkhuhn Auerhuhn	Brutgebiet	Brutgebiet	1 km um Brutgebiet	3 km
Einstandsbereiche von Großtrappe	3 km um Brut- und Wintereinstandsgebiet		3 km um Wintereinstandsgebiete, Wanderkorridore	
Rast- + Überwinterungsgebiete: Schlafplätze von Kranich (regelm. >500 Expl / Tag)	5 km um Schlafplatz	Gebiete	Hauptflugkorridore zwischen Äsungs-,	2 km Umkreis um Gebiete

Gebietskategorie oder Vogelart	Tabubereich		Restriktionsbereich	
	Brandenburg	Sachsen	Brandenburg	Sachsen
Gänsearten Sing- und Zwergschwan Kranich (regelm. >10.000 Expl / Tag) Goldregenpfeifer (regelm. > 200 Expl. / Tag) Kiebitz (regelm >2.000 Expl / Tag) sonstige Wasservogelkonzentrationen (rm. > 1.000 Wasservögel oder nordische Gänse)	10 km um Schlafplatz 1 km um Rastplatz		Rast- und Schlafplätzen von Nordischen Gänsen, Kranichen sowie Sing- + Zwergschwänen, Gewässer 1. Ordnung mit Leitlinienfunktion für den Vogelzug + 1 km	

3.3.3 Empfehlungen

3.3.3.1 Empfehlungen für die Anlagentechnik

Da die Befeuern großer Windenergieanlagen eventuell das Kollisionsrisiko erhöhen könnte, sollte die Beleuchtungsstärke vorsorglich so schwach wie möglich gewählt werden. Aus Sicht des Vogelschutzes ist es wahrscheinlich günstiger, auf eine weiße Tagesbefeuern zu verzichten und statt dessen eine Farbmarkierung der Rotorblätter zu verwenden. UV-Licht absorbierende Anstriche der WEA könnten die Erkennbarkeit für Vögel verbessern.

3.3.3.2 Empfehlungen für die Planung

Eine Bündelung von WEA in größeren Windparks ist auch aus Gründen des Vogelschutzes anzuraten, da die möglichen negativen Auswirkungen räumlich minimiert werden. Dieses sollte in Bereichen ohne besondere Bedeutung für gefährdete empfindliche Vögel stattfinden außerhalb der regelmäßig genutzten Rastplätze sowie sonstiger Bereiche mit besonderer Bedeutung für den Vogelzug. Bei der Ermittlung von Vorrang- bzw. Eignungsgebieten für die Errichtung von WEA sollten alle betroffenen Belange des Vogelschutzes, insbesondere die spezifischen Empfindlichkeiten von Großvogelarten und allgemein extrem störungsempfindlichen Arten berücksichtigt werden.

Voraussetzung dafür ist natürlich die Möglichkeit des realistischen Einschätzens des Bestandes der zu betrachtenden Vogelarten. Die Erfassung der bedeutsamen Vogelarten muss hinreichend vollständig und aktuell sein, die Ausweisung der Schutzgebiete muss ausreichend und ebenfalls auf einem aktuellen Stand sein. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ausweisung von Schutzgebieten für den Schutz einzelner Arten nicht ausreichen bzw. sogar ohne Belang sein kann, da andere geeignete Maßnahmen getroffen werden müssen, um die Eignung des Gebietes zu erhalten. Beispiele dafür sind der Brachpieper oder das Blaukehlchen, die einerseits keine besonderen Störungsempfindlichkeiten haben, die aber auf spezielle Strukturen wie trockene Pionierbiotope unterschiedlicher Stadien oder Röhrichte an Gewässern angewiesen sind, so dass diese Strukturen dauerhaft zu sichern bzw. immer wieder anzulegen oder zuzulassen sind.

Die dauerhaften Habitate (Brut- und Nahrungsbereiche) der Vögel werden von den episodisch genutzten Rastflächen (dort auch Rastflächen, Nahrungsflächen Schlafplätze) unterschieden. Viele Vögel (Gebüschbrüter, die meisten Röhrichtbrüter, die meisten Singvögel) benötigen weder für die Zugzeit noch die Brutzeit besondere Abstände zu WEA. Manche Vögel wie der Kiebitz halten zu Brutzeiten keine nennenswerten Abstände zu WEA, ziehende Kiebitze zeigen insbesondere in großen Verbänden deutliches Meideverhalten zu Windkraftanlagen. Andere

Vogelarten wie Kranich oder Storch sind sowohl zur Brut- wie auch zur Zugzeit besonders gefährdet und meiden WEA.

Hinsichtlich der Brutplätzen der gefährdeten und störungsempfindlichen Vogelarten sollte grundsätzlich 1 km Abstand als Tabufläche für die Errichtung von WEA gelten. Diese Arten sind entsprechend dem Anhang 1 der EU-Vogelschutzrichtlinie sowie der Roten Liste der Vögel Deutschlands (für die Gefährdung) und der erläuterten fachlichen Einschätzung (für die Störungsempfindlichkeit): alle heimischen Adlerarten, Wespenbussard, Rotmilan, Uhu, Sumpfohreule, Schwarzstorch, Weißstorch, Kranich, Großtrappe, Singschwan, Wachtelkönig, Birkhuhn, Auerhuhn, Graureiher. Bei Adlern, Großtrappe, Kranich und Schwarzstorch sollte ein Umkreis bis 5 km um die Neststandorte, bei den übrigen genannten Arten bis 2 km als Restriktionsbereich gelten, wo nur bei nachgewiesener Unerheblichkeit der Störung die Anlage von WEA erlaubt sein soll. Dabei ist bei der Beurteilung der Situation besonders die Wechselwirkung zwischen Brut- und Nahrungshabitaten zu beachten.

Hinsichtlich der bedeutenden Vogelrastgebiete sollte davon auszugehen sein, dass diese als Vogelschutzgebiete, die alle wesentlichen Funktionen (Rast-, Nahrungs- und Schlafplätze) umfassen, gesichert sein sollten und die damit als Tabu-Flächen für die Errichtung von WEA anzusehen sind. Solche Gebiete wären insbesondere Feuchtgebiete internationaler Bedeutung gemäß Ramsar-Konvention und Europäische Vogelschutzgebiete. Auch mit dem Besorgnisgebot aufgrund immer wieder im Detail unzureichenden Wissens über Zusammenhänge und langfristige Konsequenzen von Veränderungen in der Landschaft erscheint im allgemeinen ein Tabubereich von 300 m um die bedeutenden regelmäßig genutzten Rastflächen sowie um festgestellte lokale Leitlinien des Vogelzuges störungsempfindlicher Vogelarten ausreichend. Ein Bereich bis 1.000 m, im Einzelfall (bei Sammelpunkten nordischer Gänse oder Kraniche >10.000 Expl) auszudehnen auf bis zu 5 km, um die Rastgebiete bedarf als Restriktionsbereich einer besonderen Betrachtung und fachlichen Einschätzung der Eignung.

Für die weitere Einschätzung der Erheblichkeit von Beeinträchtigungen sind in der Regel Erhebungen der Brutvögel in einem 1 km-Radius um den möglichen Standort eines Windparks notwendig. Die Einschätzung der Bedeutung als Rastplatz sollte auf mehrjährigen Beobachtungen beruhen, die in Zusammenhang zu bringen sind mit dem großräumigen Zugeschehen der Vögel. Vorhandene, insbesondere langjährige Erfassungen sind auch in einem weiteren Umfeld zu berücksichtigen, da daraus möglicherweise ein Nutzungsmuster des eigentlichen Untersuchungsgebietes abgeleitet werden kann.

Die Errichtung der Anlagen und Erschließungseinrichtungen sollte außerhalb der Brutzeiten, bei entsprechender Eignung der Flächen auch außerhalb der voraussichtlichen Rastzeiten vorgenommen werden, um Beeinträchtigung in diesen Bereichen zu vermeiden.

3.4 Sonstige Tierwelt

3.4.1 Sachstand

Neben den möglichen Auswirkungen auf die Vogelwelt sind auch auf Insekten, Fledermäuse und andere Wildtiere sowie Nutztiere Auswirkungen von WEA denkbar. So wurde bei Untersuchungen aufgrund der Minderung der Stromausbeute ein Zerplatzen von Insekten an den Vorderkanten der Rotorblättern festgestellt¹²⁴, Fledermausexperten haben tote Fledermäuse unterhalb von WEA gefunden. Allgemein gibt es die Befürchtung, dass Wildtiere durch WEA

¹²⁴ 01e - VfU-Report 02/2001, Schomdorfer Nachrichten. <http://www.vfu-gmbh.de/vfurep05.htm>

beunruhigt und vertrieben werden und vereinzelt wurden auch Befürchtungen geäußert, dass Nutztiere wie Rinder oder Pferde beeinträchtigt würden¹²⁵.

3.4.1.1 Spezifisches Verhalten im Hinblick auf mögliche Beeinträchtigungen

Von den genannten Tierartengruppen weisen nur die Fledermäuse ein spezifisches Verhalten auf, durch das sich Konflikte mit WEA ergeben können.

Alle heimischen Fledermausarten, die zu den gefährdesten Tiergruppe in der heimischen Fauna¹²⁶ zählen, sind äußerst standorttreue nachtaktive Insektenjäger. Ihre Quartiere bzw. ihre Tagesschlafplätze befinden sich oftmals mehrere Kilometer von ihren Jagdgebieten entfernt in Baumhöhlen oder Häusern. Der Lebensraum von Fledermäusen setzt sich aus mehreren Teillebensräumen, wie Sommer-, Zwischen-, Paarungs- und Winterquartiere sowie nacht- und jahreszeitlich unterschiedliche Jagdgebiete zusammen. Zu den bekannten Lebensraumsansprüchen zählen insektenreiche Nahrungshabitate aber auch Leitstrukturen, wie Hecken und Ufergehölze. Je nach Fledermausart kann sich das Jagdrevier auf einige wenige Bäume, Hecken, auf einen kleinen Teich und Wald bis hin zu Wiesen, Weiden und Feldern erstrecken. Einige Arten erreichen ihre entfernter gelegenen Jagdgebiete über strukturgebundene Transferflüge. Die Größe der Jagdgebiete variiert von ca. 50 m² bis zu mehreren Quadratkilometern. Fledermäuse benutzen zur Ermittlung von Beutetieren Ultraschall-Echo-Ortungsrufe im Frequenzbereich zwischen 20 und 100 kHz. Dabei unterscheiden sich die einzelnen Arten deutlich in ihren spezifischen Frequenzbereichen, der Abendsegler sendet Ortungssignale bei ca. 20 kHz, hingegen die Zwergfledermaus bei ca. 50 kHz¹²⁷. Die Echoortung hat eine Reichweite von wenigen Metern (selten mehr als 20 m).¹²⁸.

Eine Reihe von Fledermausarten aus Skandinavien und Nordosteuropa wechseln jahreszeitlich bedingt nach Mitteleuropa¹²⁹, während einige der mitteleuropäischen Fledermausarten z. T. bis Süd- und Südwesteuropa ziehen. Über die Zugwege existieren bislang nur Hinweise, die auf Wanderwege entlang der Ostseeküste bzw. Ostseequerung von Skandinavien nach Polen und Deutschland, aber auch einer Querung der Nordsee hindeuten. Die genauen Flughöhen bei den Wanderungen sind ungeklärt, Beobachtungen aus Flugzeugen haben Fledermäuse in Höhen aufgezeigt, die vom Boden kaum erfassbar sind¹³⁰.

3.4.1.2 Aspekte der Beeinträchtigungen der sonstigen Tierwelt

Insekten können durch den Aufprall an den sich bewegenden Rotorblättern getötet werden. Dies betrifft zum einen die Tiere, die sich ohnehin in diesen Luftschichten bewegen. Darüber hinaus wird teilweise befürchtet, dass die Erwärmung der Gondel sowie die Befeuerung der Anlagen dazu führen könnten, dass Insekten zusätzlich angelockt und schließlich von den Rotoren erfasst werden. Weiterhin besteht die Befürchtung, dass der Schattenwurf der Rotoren bei tagaktiven Insekten einen Fluchtreflex auslösen könnte, der diese zur Meidung des entsprechenden Gebietes veranlasst¹³¹.

Die direkten Einflüsse auf Fledermäuse umfassen den Verlust von Quartieren beim Bau der

¹²⁵ Menzel, Tierärztliche Hochschule Hannover, mdl. 2.10.2003; Köpke 2004, S. 41.

¹²⁶ Boye et al. 1998.

¹²⁷ Siemers & Nill 2002.

¹²⁸ Siemers & Nill 2002.

¹²⁹ Ahlen 1997, Boye et al. 1999, Petersons 1990.

¹³⁰ Bach 2001.

¹³¹ Naturschutzbund Österreich. <http://www.naturschutzbund.at/steiermark/windkraft.html>

Anlagen und die Kollision mit WEA, die indirekten Einflüsse Verlust von Lebensräumen, Verlust von Jagdrevieren und Barriereeffekte.

Wildtiere könnten durch die Bewegung und die Geräusche von WEA irritiert und verschreckt werden, so dass ihnen die Standorte von WEA bzw. Windparks als Lebensraum verloren gehen. Auch auf Nutztiere ist eine Irritation und Scheuchwirkung denkbar, durch die es zu Beeinträchtigungen dieser Tiere (z. B. verringerte Milchleistung bei Kühen) kommen könnte.

3.4.1.3 Beurteilung der Beeinträchtigungen der sonstigen Tierwelt

Insekten

Die Analysen der Insektenreste an Rotoren durch die Norddeutsche Naturschutz-Akademie¹³² ergaben, dass durchschnittlich 75 - 80 % der Insekten aus Dipteren (Zweiflügler) der unmittelbaren Umgebung bestanden. Für die Beeinträchtigungen der Gesamtpopulation der Insekten durch WEA fehlen jedoch genauere Angaben. Im Verhältnis zu anderen Gefahrenquellen wie dem Autoverkehr ist jedoch von WEA eine relativ geringe Gefahr auf die Population von Insekten zu erwarten, wenn man bedenkt, "dass allein in Österreich pro Jahr 14 Milliarden (14 000 000 000 000 000) Insekten auf den Windschutzscheiben von Autos enden."¹³³

Generell bewegen sich Insekten aufgrund von Thermik in verschiedenen Luftschichten bzw. Höhenlagen und kommen auch in Höhe der Rotorblätter vor. Sie werden aber nicht aktiv von Wärme oder Licht der WEA angezogen. Tatsächlich besitzen die meisten moderneren Anlagen (insbesondere die Anlagen mit Getriebe) Kühlsysteme und emittieren bei Nennlast Wärme über Lüftungsschlitze aus der Gondel. Von der bei Nennlast der Anlagen auf 40 - 50° C erwärmte Luft¹³⁴ in 60 - 100 m Höhe kann bei den vorauszusetzenden Windstärken von mehr als 4 - 5 bei diesen Bedingungen keine Insekten anlockende Wirkung prognostiziert werden. Über die Wirkungen der Befeuerung auf Insekten liegen noch keine Untersuchungen vor, angesichts der Höhe der Anlagenbefeuerung und den kurze Zeit aufflackernden horizontal oder nach oben gerichteten Lichtstrahlen sind erhebliche Auswirkungen auf Insekten eher unwahrscheinlich.

Fledermäuse

Die möglichen negativen Einflüsse von WEA auf Fledermäuse hängen im wesentlichen vom Jagd- und Zugverhalten der einzelnen Art ab. Direkte Kollisionen können sowohl beim Jagdflug als auch während des Zuges auftreten.

Die Untersuchungen des Flugverhaltens bei der Jagd haben ein Spektrum der Flughöhen zwischen ca. 0,2 - 21 m¹³⁵ ergeben, wobei die tendenziell am höchsten fliegenden Abendsegler-Arten nicht berücksichtigt wurden. Vorsorglich kann daher eine Gefahrenzone während des Jagd- und Suchfluges bis zu 25 m Höhe angenommen werden. In Abbildung 16 sind die Fledermausarten grau unterlegt, die zu den potentiell am stärksten durch WEA gefährdeten gehören, da sie auch oder überwiegend im freien Luftraum jagen. Die kleineren WEA mit einer Nabenhöhe von 30 m und einem Rotorradius von 15 m könnten - wenn sie in der Nähe von Hecken oder Waldflächen aufgestellt wurden - für mehrere Arten eine potentielle Gefahr darstellen. Bei den heutigen Anlagengrößen (vgl. Kap. 1.2.3) ist der Luftraum zwischen Boden und niedrigster Rotorspitze mit minimal 30 m so groß, dass nur die hoch fliegenden Arten betroffen sein können. Beim Zug allerdings liegen zu Flughöhen der Fledermäuse deutlich höher,

¹³² NNA 1990.

¹³³ Kiefer, A. und Sander, U. 1993.

¹³⁴ Plambeck mündl. 16.01.2003

¹³⁵ Holderied 2001.

so dass in diesem Fall auch die modernen großen Anlagen ein Problem darstellen können.

Die Ultraschall-Echoortung hilft den Fledermäusen kaum als Schutz vor Kollisionen mit WEA-Rotoren, da sie nur eine begrenzte Reichweite hat und die Barriere damit zu spät wahrgenommen wird. Zudem können möglicherweise die hohen Geschwindigkeiten der Flügelspitzen von bis zu 300 km/h gar nicht erfasst werden.

Die bislang häufigsten Kollisionen mit den Windenergieanlagen scheinen während der Zugzeit stattgefunden zu haben¹³⁶. Die Fledermäuse passieren während dieser Zeit Gebiete, die ihnen nicht so gut bekannt sind wie ihre sommerlichen Jagdlebensräume. Hinzu kommt die geringe Nutzung der Ultraschallorientierung während des Zuges, die eine frühzeitige Ortung der Rotorblätter nicht oder zu spät zulassen könnte. Möglicherweise spielt aber auch die Quartiersuche an den exponiert in den Luftraum ragenden WEA eine Rolle.

Art	Habitat, Jagdflug		
	Wald oder an Strukturen, Gewässer	oft oder zeitweise im freien Luftraum	Streckenflug ins Jagdhabitat
Braunes Langohr <i>Plecotus auritus</i>	xxx		strukturgebunden
Graues Langohr <i>Plecotus austriacus</i>	xxx		strukturgebunden
"Langohr" <i>Plecotus spec.</i>	xxx		strukturgebunden
Mopsfledermaus <i>Barbastella barbastellus</i>	xxx		strukturgebunden
Mausohr <i>Myotis myotis</i>	xxx		strukturgebunden
Bechsteinfledermaus <i>Myotis bechsteini</i>	xxx		strukturgebunden
Fransenfledermaus <i>Myotis nattereri</i>	xxx		strukturgebunden
Große Bartfledermaus <i>Myotis brandtii</i>	xxx		strukturgebunden
Kleine Bartfledermaus <i>Myotis mystacinus</i>	xxx		strukturgebunden
"Bartfledermäuse" <i>Myotis bra/mys</i>	xxx		strukturgebunden
Wasserfledermaus <i>Myotis daubetoni</i>	xxx		strukturgebunden
Teichfledermaus <i>Myotis dasycneme</i>	xxx		strukturgebunden
Rauhhaufledermaus <i>Pipistrellus nathusii</i>	xxx		strukturgebunden
Zwergfledermaus <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	xxx	x	± strukturgebunden
Nordfledermaus <i>Eptesicus nilsonii</i>	xx	x	± strukturgebunden
Breitflügel-Fledermaus <i>Eptesicus serotinus</i>	xx	xx	z. T. im freien Luftraum
Zweifarbige Fledermaus <i>Vespertilio murinus</i>	xx	xx	z. T. im freien Luftraum
Kleinabendsegler <i>Nyctalus leisleri</i>	xx	xxx	überwiegend im freien Luftraum
Abendsegler <i>Nyctalus noctula</i>	x	xxx	überwiegend im freien Luftraum

Abbildung 16: Übersicht zum Jagdverhalten von Fledermäusen im niedersächsischen Tiefland.

(Quelle: Rahmel et al. 1999, S. 157, veränd.)

In der Zugzeit Herbst 2003 wurden z. B. knapp 20 Totfunde von Fledermäusen unter WEA in

¹³⁶ Bach 2002.

der Brandenburgischen Staatlichen Vogelschutzwarte gesammelt¹³⁷. Insgesamt sind hier bisher 252 Totfunde von 11 Arten archiviert¹³⁸. Dabei wies der Große Abendsegler einen Anteil von 58 % und die Flughautfledermaus von 17,5 % auf. Die Häufigkeit der Kollisionen dieser beiden Arten während des Zuges lassen einen Rückschluss auf die Flughöhe und die Zugwege zu. Der Abendsegler gehört zu den in freiem Luftraum jagenden Arten und befindet sich öfter im Gefahrenbereich von WEA. Die Flughautfledermaus jagt in der Regel strukturgebundener, daher geben diese Funde eher Hinweise auf die Wanderungsrouten dieser Art.

Die beschriebenen direkten Schädigungen verweisen auf einzelne Individuen der jeweiligen Art und lassen eine Beurteilung der Auswirkungen auf die Gesamtpopulationen nicht zu.

Durch eine Verlagerung von Flugkorridoren, d.h. die durch Meidung eines Windparks notwendige Umlegung und Verlängerung der Flugstraßen, könnte die Aufgabe von Quartieren oder auch Jagdgebieten hervorgerufen werden¹³⁹, was allerdings bislang nicht untersucht wurde. Auch könnte der erhöhte Energieverbrauch zum Erreichen des Jagdreviers eine erhöhte Sterberate zur Folge haben.

Der notwendige Ausbau der Infrastruktur bei der Errichtung von Windparks kann u.a. durch Rodung von Feldgehölzen und Hecken den Verlust von Quartieren und stärker noch von Jagdgebieten bedeuten.

Die Fledermäuse merken sich den räumlichen Wirkungsbereich der Rotoren in ihrem Jagdgebiet, wobei damit zu rechnen ist, dass die Nahbereiche der WEA wegen der Rotorbewegung und Turbulenzen gemieden werden. So kann das mögliche Jagdrevier deutlich verkleinert werden. Eine Untersuchung im Windpark Midlum bei Cuxhaven (im Zeitraum von 1998-2000) zeigte das unterschiedliche Jagdverhalten von Breitflügel- und Zwergfledermaus auf¹⁴⁰. Die Anzahl der Breitflügelfledermaus nahm im Bereich des Windparks stetig ab, wobei die Zahl in der Umgebung gleich blieb. Die Zwergfledermaus veränderte ihr Jagdverhalten im direkten Umfeld der WEA, hat diesen Bereich jedoch nicht stärker gemieden. Dies könnte mit artspezifischen Reaktionen der Fledermäuse auf Ultraschallstörgeräusche zusammenhängen. Die Breitflügelfledermaus meidet z.B. Ultraschall emittierenden WEA, die Zwergfledermaus hingegen nicht¹⁴¹.

Wild und Nutztiere

Bei einer Untersuchungen der Aktivitäten von Wildtieren (Rehwild, Feldhase, Rotfuchs, Rebhuhn und Rabenkrähe) im Bereich von WEA¹⁴² konnte keine Meidung festgestellt werden. Selbst der Nahbereich der Anlagen wurde flächendeckend als Lebensraum genutzt. Das Wild scheint sich an das Vorhandensein der WEA, die Geräuschemissionen und den Schattenwurf zu gewöhnen. Die Bauzeit einer WEA hingegen muss als Störungszeit angesehen werden, wobei dies keine gravierenden Auswirkungen auf die Populationen der Tiere nach sich zieht.

¹³⁷ Dürr, Tobias (mündl. 2003), Landesumweltamt Brandenburg, Staatliche Vogelschutzwarte.

¹³⁸ Dürr, Auszug aus der zentralen Fundkartei, Stand vom 14.09.2004, schriftl.

¹³⁹ Bach 2001.

¹⁴⁰ Bach 2001.

¹⁴¹ Bach 2001 und Limpens, mündl..

¹⁴² TiHo Hannover: <http://www.tiho-hannover.de/einricht/wildtier/windkraft.htm>

Eine in Bearbeitung befindliche Untersuchung zu den Reaktionen von Pferden auf WEA¹⁴³ zeigt als vorläufiges Ergebnis, dass der größte Teil der Tiere kaum auf WEA reagiert. Bei der Verhaltensbeobachtung von 45 Pferden zeigten nur 2 eine Irritations-Reaktion auf den bewegten Schattenwurf von WEA. Die Anlage selbst wurde nicht beachtet, denn bei bedecktem Himmel konnte keine Reaktion beobachtet werden.

3.4.2 Bestehende Regelungen

Hinsichtlich der Fledermäuse schlagen Rahmel et al. (1999) ein mögliches Untersuchungskonzept vor. Dieses Konzept beinhaltet eine Erfassungsmethodik, die fledermauskundliche Daten fachlich aufbereitet und Grundlage für eine Konfliktsanalyse hinsichtlich der Beeinträchtigungen durch WEA sein kann. Bei Untersuchungen müssen die Fledermäuse nicht als Gesamtpopulation gesehen werden, sondern die einzelnen Arten differenziert werden. Die Ergebnisse können Aufschluss über das Jagdverhalten und über die Nutzung von Flugrouten geben. Probleme bereiten jedoch die technischen Möglichkeiten der Nachweisbarkeit (begrenzte Reichweite der Detektoren, Variabilität der art- und gattungsspezifischen Ortungslaute, Überlagerung der Rufe durch Fremdgeräusche).

Grundsätzlich können Abstände zu den Aufenthaltsbereichen geschützter Fledermausarten festgelegt werden, in denen die Errichtung und Betreibung von Windkraftanlagen ausgeschlossen (Tabu-Bereiche) oder nur unter besonderen Umständen zugelassen werden soll. In der folgenden Tabelle 11 werden die Abstandsempfehlungen in Hinblick auf die Belange des Fledermausschutzes von Brandenburg (Ergänzung des Erlasses des MUNR Brandenburg von 24.5.1996) und Sachsen (Teilfortschreibung des Regionalplanes Oberlausitz-Niederschlesien für das Kapitel II.4.4.7 Entwurf 2003) gegenüber gestellt.

Tabelle 11: Abstandsempfehlungen zum Fledermausschutz in Brandenburg und Sachsen

Gebietskategorie	Tabubereich		Restriktionsbereich	
	Brandenburg	Sachsen	Brandenburg	Sachsen
Gebiete mit besonderer Bedeutung für den Fledermausschutz:				
Winterquartiere mit regelm. > 100 Expl. oder mehr als 10 Arten	1 km um Winterquartier	Gebiete	3 km um Außengrenze Vorkommens gebiet bzw. Winterquartier	1 km um Winterquartier
Wochenstuben mit >50 Tiere	1 km		strukturreiche Laub- und Mischwälder mit hohem Altholzanteil >100 ha und Vorkommen von ≥ 10 Arten oder hoher Bedeutung für die Reproduktion einzelner Arten	1 km
Wochenstube Mausohr >300 Expl	-			6 km
Wochenstube Mausohr >50 Expl	-			3 km
Wochenstube Mausohr >50 Expl	-			2 km
Wochenstube Kl. Hufeisennase	-			2 km
Nahrungshabitate mit regelm. >100 Expl. hoch fliegender oder ziehender Arten (Gr. Abendsegler, Kl. Abendsegler, Breitflügel-, Nord-, Zweifarb- und Rauhaufledermaus)	1 km um Nahrungshabitat			1 km

Hinsichtlich der Insekten und der Wild- und Nutztiere gibt es derzeit keine Regeln für den Umgang.

¹⁴³ Seddig 2004, Diplom-Arbeit zu den Auswirkungen von WEA auf Pferde, an der Uni Bielefeld, Lehrstuhl Verhaltensforschung, Prof. Dr. R. Sossinka, s. auch Neue Energie 2004, Heft 3, S. 40-41.

3.4.3 Empfehlungen

3.4.3.1 Empfehlungen für die Anlagentechnik

Die vorhergehenden Abschätzung über die Wirkung der Befeuerung auf **Insekten** ließ keinen nachhaltigen Schaden vermuten, jedoch sollte die Befeuerung gerade in den frühen Abendstunden untersucht und ggf. verändert werden. Durch eine Veränderung der Lichtintensität der weißen Befeuerung kann die Anziehungskraft erheblich verringert werden. Ein Dimmen der vom Boden sehr gut sichtbaren Befeuerung würde in dieser Zeitspanne eine eventuelle Anlockung verhindern bzw. minimieren.

3.3.3.2 Empfehlungen für die Planung

Die aufgeführten Faktoren hinsichtlich der Beeinträchtigungen der **Fledermäuse** durch Windenergieanlagen lassen keine Rückschlüsse auf Populationsveränderungen zu. Derzeit fehlen genauere Untersuchungen und Erkenntnisse über die Verhaltensweisen in den einzelnen Lebensräumen der Fledermäuse. Aus diesen Gründen sollten bei Bauvorhaben von WEA unter anderem auch die vorkommenden Populationen von Fledermäusen untersucht werden.

Bei vorkommenden Fledermäusen sollte ein Sicherheitsabstand von Hecken- und Gehölzstrukturen zu den WEA von 200 m eingehalten werden. Des weiteren sollte die Bauphase der Erschließungsmaßnahmen in das Winterhalbjahr verlegt werden, um die negativen Einflüsse zu minimieren. Wenn Jagdgebiete von Fledermäusen in Anspruch genommen werden, kann über eine Anlage von Teichen und Gehölzen zur Verbesserung der Nahrungsgrundlage oder auch in Form einer Hecke, die sowohl Nahrungsquelle als auch Leitfunktionen haben kann, eine naturschutzfachliche Kompensation erzielt werden, sofern dieses Strukturen die Fledermäuse nicht in den Windpark leiten¹⁴⁴.

¹⁴⁴ Bach 1999, S. 167.

4 Rechtsprechung zum Thema Windenergienutzung

Bei der Auswertung der bisherigen Rechtsprechung zum Thema der Windenergienutzung soll herausgearbeitet werden, welche Konflikte dazu führen, dass Rechtsmittel eingelegt und eine gerichtliche Entscheidung gesucht werden. Zum anderen soll aufgezeigt werden, welche Gesichtspunkte für die Gerichte entscheidungserheblich sind.

4.1 Grundlagen zur Auswertung der aktuellen Rechtsprechung

Zuständige Gerichte

Über Streitigkeiten öffentlich-rechtlicher Art entscheiden in Deutschland die Verwaltungsgerichte. Bei diesen Streitigkeiten handelt es sich vornehmlich um solche zwischen Bürgerinnen und Bürgern auf der einen und Verwaltungsbehörden auf der anderen Seite. Beim Themenbereich Windenergienutzung geht es hierbei meist um die Genehmigung bzw. Nicht-Genehmigung von Windenergieanlagen oder -parks durch die zuständigen Behörden, gegen die von Seiten der Investoren oder von Seiten einzelner Anlieger geklagt wird. Bei Streitigkeiten zwischen Privatpersonen ist die ordentliche Gerichtsbarkeit zuständig. Das könnte beim Thema Windkraft beispielweise der Fall sein, wenn ein Anlieger direkt gegen den Betreiber einer WEA oder eines Windparks klagt.

Die unterschiedlichen Gerichtsbarkeiten gliedern sich wie folgt:

Ordentliche Gerichtsbarkeit (zivilrechtliche Streitigkeiten):

Amtsgericht (AG) - Landgericht (LG) - Oberlandesgericht (OLG) - Bundesgerichtshof (BGH),

Verwaltungsgerichtsbarkeit (öffentlich-rechtliche Streitigkeiten):

Verwaltungsgericht (VG) - Oberverwaltungsgericht bzw. Verwaltungsgerichtshof (OVG/VGH - je nach Bundesland) - Bundesverwaltungsgericht (BVerwG).

Das in erster Instanz zuständige Gericht im Zivilrecht ist bei einem Streitwert bis 5.000 € das Amtsgericht. Gegen ein erstinstanzliches Urteil kann Berufung eingelegt werden, die dann vom Landgericht verhandelt wird. Wenn der Streitwert über 5.000 € liegt, ist das Landgericht die erste Instanz und die mögliche Berufungsinstanz ist dann das Oberlandesgericht. Ein mögliches Rechtsmittel gegen die Urteile in zweiter Instanz ist die Revision, bei der man sich allerdings nur auf die Verletzung formellen oder materiellen Rechts berufen kann. Im Gegensatz zur Berufung werden bei der Revision daher keine neuen Beweise erhoben. Die Revisionsinstanz sowohl für Berufungsurteile des Landgerichts wie des Oberlandesgerichts ist der Bundesgerichtshof.

Im Verwaltungsrecht ist das Gericht erster Instanz das Verwaltungsgericht. Die Berufung gegen diese Urteile findet vor dem Oberverwaltungsgericht statt. In einigen Bundesländern werden die Oberverwaltungsgerichte auch Verwaltungsgerichtshöfe genannt. Die letzte Instanz (Revisionsinstanz) ist das Bundesverwaltungsgericht.

Statistische Auswertung der Urteile zur Windenergie

Eine Auswertung der Internet-Datenbank "JuroVent", in der Gerichtsurteile, die sich mit dem Problemfeld der Windenergienutzung befassen, gesammelt werden, ergab die in der nachfolgenden Tabelle 12 wiedergegebene Statistik. Am Tag der Auswertung (10.02.2004) waren in dieser Datenbank 462 Urteile von den in der Tabelle angegebenen Gerichten

gesammelt. 62 Urteile wurden von ordentlichen Gerichten in zivilrechtlichen Klagen gesprochen, 400 Urteile von Verwaltungsgerichten zu Streitigkeiten öffentlich-rechtlicher Art.

Tabelle 12: Zusammenstellung von Urteilen zum Themenbereich Windenergie

Schlüsselbegriff	Anzahl	ordentliche Gerichtsbarkeit				Verwaltungsgerichtsbarkeit		
		AG	LG	OLG	BGH	VG	OVG/VGH	BVerwG
Anzahl der Urteile		4	29	20	9	215	165	20
Lärm	204	1	1	0	0	128	71	3
Schall	163	0	1	0	0	102	59	1
Geräusche	108	1	0	1	0	65	40	1
Infraschall	35	0	0	0	0	21	14	0
Schatten	165	0	4	1	0	107	52	1
Disco(Disko)-Effekt	27	0	0	0	0	24	3	0
Lichtreflexe	10	0	0	0	0	5	5	0
Befeuering	8	0	0	0	0	6	2	0
Eiswurf / Unfall	49	0	1	0	0	39	9	0
Landschaft	213	0	1	0	0	109	91	12
-schutz	99	0	1	0	0	55	39	4
-schutzgebiet	46	0	1	0	0	23	19	3
-bild	142	0	1	0	0	83	53	5
Vogel	76	0	0	0	0	48	27	1
-schutz	47	0	0	0	0	24	22	1
-schutzgebiet	21	0	0	0	0	12	8	1
-schutzrichtlinie	15	0	0	0	0	10	5	0
-rastgebiet	3	0	0	0	0	2	1	0
-zug	12	0	0	0	0	9	3	0
-schlag	2	0	0	0	0	1	1	0
-brut	4	0	0	0	0	2	2	0
Zugvogel/-vögel	6	0	0	0	0	5	1	0
Brutvogel/-vögel	23	0	0	0	0	18	5	0
-platz/-gebiet/ -habitat	5	0	0	0	0	3	2	0
-erfolg	1	0	0	0	0	1	0	0
Fledermaus/-mäuse	2	0	0	0	0	1	1	0
FFH/Flora-Fauna-Habitat	18	0	0	0	0	13	5	0
Kuh/Kühe	2	0	0	0	0	2	0	0
Pferd	5	0	0	0	0	2	3	0

Den größten Anteil machen Verwaltungsgerichtsurteile aus, in denen die Themenbereiche Lärm

und Schattenwurf angesprochen werden. Dies ist prinzipiell verständlich, da dies die größte direkte Betroffenheit bei Anwohnern in der Nähe (potentieller) Windenergieanlagen-Standorte auslöst. Relativ häufig wird auch das Unfall- bzw. Eiswafrisiko vor Gericht angesprochen. In einzelnen Fällen wird speziell auf den Problembereich Infraschall und die optischen Emissionen in Form von Lichtreflexen bzw. Befeuerung eingegangen.

Von den nicht direkt auf den Menschen bezogenen Problembereichen wird das Thema Landschaft und Landschaftsbild am häufigsten vor Gericht verhandelt. Zudem ist es auch das Thema, das am häufigsten in der höchsten Instanz, dem Bundesverwaltungsgericht, genannt wird. Der große Themenbereich des Vogelschutzes (sowohl hinsichtlich Brutvögeln als auch hinsichtlich Gast- bzw. Zugvögeln) wird nicht einmal halb so häufig angesprochen wie das Landschaftsbild. Vereinzelt sind die Fälle, in den andere Tierarten bzw. Lebensräume als Problembereiche gerichtlich behandelt werden.

Hinsichtlich der Klagebereitschaft der einzelnen Akteure ist festzustellen, dass ca. 70 % der Gerichtsverfahren auf Klagen seitens der WEA-Betreiber beruhen. In den meisten Fällen klagen die Betreiber gegen die Baugenehmigungsbehörde (i. d. R. die Landkreise oder Gemeinden) wegen negativ beschiedenen Bauvoranfragen bzw. Bauanträgen. Häufig erhalten die Kläger Recht, weil den Gemeinden Fehler bei der Planung, z. B. Abwägungsmängel bei der Ausweisung von Konzentrationszonen im Flächennutzungsplan (vgl. Kap. 1.4.1.3), nachgewiesen werden können. Bei den anderen ca. 30 % der Klageverfahren treten betroffene Einzelpersonen oder Nachbargemeinden als Kläger gegen genehmigte oder geplante WEA auf, in Einzelfällen haben auch Naturschutzverbände gegen WEA-Planungen geklagt.

Die Menge der gerichtlich verhandelten Streitfälle verteilt sich in den Bundesländern nicht gleichmäßig. Wenn man zum Vergleich der Einfachheit halber nur die in Tabelle 14 genannten Urteile der Verwaltungsgerichte betrachtet, bei denen etwa zwei Drittel aller Streitfälle in Berufung entschieden werden, zeigt sich, dass sich Streitfälle in einigen Bundesländern häufen. Die meisten Fälle hat das niedersächsische Obergericht in Lüneburg zu entscheiden (52 Fälle der ausgewerteten Datenbank), es folgen dann mit einigen Abstand die Obergerichte von Nordrhein-Westfalen (38 Fälle), Rheinland-Pfalz (22 Fälle) und Schleswig-Holstein (15 Fälle). In allen übrigen Bundesländern wurden maximal neun Fälle vor den OVGs ausgetragen.

Bei einem derartigen Vergleich muss natürlich auch die Menge der in dem jeweiligen Bundesland vorkommenden WEA, d.h. die Menge der potentiellen Streitfälle, berücksichtigt werden. Wenn man dies in Beziehung setzt zur Menge der gesprochenen Berufungsurteile, wird deutlich, dass die Länder Rheinland-Pfalz und Bayern die verhältnismäßig höchste Menge an Streitfällen über WEA aufweisen, obwohl sie hinsichtlich der Anzahl an WEA eher an den letzten Stellen im Bundesgebiet rangieren. Hier wird mehr als fünfmal so häufig in Berufung um WEA gestritten wie in den Küstenländern Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern oder auch in Sachsen-Anhalt und Brandenburg. Hessen, Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen nehmen eine Mittelstellung ein; Streitigkeiten vor den Obergerichten sind hier etwa doppelt bis dreimal so häufig wie in den vorgenannten Ländern.

Der hohe Anteil an umstrittenen WEA-Projekten in Rheinland-Pfalz und Bayern könnte mit der dortigen sehr zurückhaltenden landesplanerischen Regelung bezüglich dieses Themenbereiches zusammenhängen (vgl. Kap. 1.5). Wo nur Vorbehaltsgebiete oder Vorranggebiete ohne Ausschlusswirkung in der Regionalplanung ausgewiesen werden, obliegt es den Gemeinden, durch Konzentrationszonen im Flächennutzungsplan die räumliche Steuerung von WEA vorzunehmen. Hierbei ist natürlich eine relativ höhere Anfälligkeit für formale Fehler gegeben als bei einer landesweiten Ausweisung von Eignungsgebieten nach einheitlichen Kriterien, wie

es z. B. in Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern erfolgt ist.

4.2 Rechtsprechung zum Schutz des Menschen

Zum Themenbereich des **Schalls** hat die Rechtsprechung schon relativ früh und seitdem stetig die TA Lärm als auch für Windenergieanlagen maßgebliche Beurteilungsgrundlage angewendet¹⁴⁵. Hieran besteht heute - entgegen immer wieder anderslautendem Vortrag der Kläger - kein Zweifel mehr. Als weitere Auslegungsgrundsätze für die unbestimmten Rechtsbegriffe des BImSchG entwickelten sich dann ergänzende Verwaltungsvorschriften der Länder sowie die Richtlinien der Fördergesellschaft Windenergie (FGW) und die Empfehlungen des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI).

Eine neuere Tendenz in der Rechtsprechung ist, dass zum einen Immissionsrichtwerte als nicht mehr ausreichend zum Schutz der Nachbarn angesehen werden. Nach Auffassung des Oberverwaltungsgerichts Münster, die zumindest von einem weiteren Obergericht geteilt wird, ist die Festsetzung von Emissionsgrenzwerten erforderlich. Anderenfalls sei der Nachbar nicht hinreichend geschützt. Der Grund hierfür wird in den Problemen bei der Ermittlung von Immissionen gesehen.

Zum anderen entwickeln die Gerichte ein zunehmend verfeinertes System, bei der Ermittlung der Immissionen bestimmte Zuschläge einzusetzen. Wenn keine hinreichende Anzahl von tatsächlich vermessenen Anlagen vorliegt, soll der festzusetzende Emissionswert z. B. um Zuschläge für die Serienstreuung (d. h. dass nicht alle Anlagen desselben Typs genau die gleiche Lärmemission aufweisen) erhöht werden. Außerdem verlangen die Gerichte Zuschläge für die Richtwirkung. Zuschläge für die Tonhaltigkeit (Auftauchen bestimmter Einzeltöne bei WEA) sind allerdings bislang aufgrund der entgegenstehenden Stellungnahmen der BimSchG-Behörden nicht verlangt worden.

Zu anderen Geräuschimmissionen, insbesondere zum **Infraschall** haben die Gerichte bislang immer entsprechend begründete Klagen abgelehnt. Es fehle schlichtweg an wissenschaftlichen Beweisen für die Schädlichkeit der sonst vorgetragenen Immissionen.

Zum Themenbereich des **Schattenwurfs** hat sich recht frühzeitig ohne irgendeinen erkennbaren Anhaltspunkt für die Sachgerechtigkeit dieser Werte eine Zumutbarkeitsschwelle für bewegten Schattenwurf von 30 Minuten pro Tag und 30 Stunden pro Jahr herausgebildet¹⁴⁶. Gegenwärtig gibt es keine Gerichte, die diesen Wert als zu gering oder zu hoch ansehen. Allerdings verfeinert sich die Rechtsprechung insoweit, als nun zwischen maximal möglichen und tatsächlich zu erwartenden Schattenwurfemissionen differenziert wird.

Hinsichtlich der **Nachtbefeuerung** gibt es bislang zwar recht wenige, dafür aber sehr eindeutige Entscheidungen¹⁴⁷. Danach ist diese als technische Sicherheitseinrichtung sozialadäquat und deshalb zumutbar. Anwohner hätten durch entsprechende Vorkehrungen (Jalousien etc.) für eine ihren Bedürfnissen gerecht werdende Abschattung zu sorgen.

Allerdings gibt es ein noch nicht rechtskräftiges Urteil, das die Befeuerung als Quelle der

¹⁴⁵ z.B. VG Arnsberg, Beschluss v. 16.06.1998 - 42944/98, OVG Greifswald, Beschluss v. 08.03.1999 - 3M85/98, OVG Münster, Beschluss v. 03.09.1999 - 10B1283/99, VG Gießen, Beschluss v. 16.04.2002 - 8G.493/02

¹⁴⁶ s.o., vgl. auch OVG Schleswig, Beschluss v. 20.05.1992 - 1M7/92, OVG Greifswald, Beschluss v. 0.03.1999 - 3M85/98

¹⁴⁷ z.B. VG Düsseldorf, Beschluss v. 20.09.2002 - 4L3122/02, OVG Lüneburg, Beschluss v. 15.03.2004 - 1ME45/04, VG Lüneburg, Beschluss v. 29.10.2002 - 2B102/02

Rücksichtslosigkeit angesehen hat. Es handelt sich hierbei aber um einen Spezialfall, in dem die WEA in unmittelbarer Nähe zu einem Autokino steht und die Besucher des Kinos nach Auffassung des Gerichts von der Nachtbefeuerung derart abgelenkt werden, dass ein Genuss des Filmes kaum mehr möglich sei.

4.3 Rechtsprechung zum Schutz von Natur und Landschaft

Hinsichtlich des **Landschaftsbildes** sieht die Rechtsprechung bei WEA-Standorten außerhalb von Schutzgebieten eine Unzulässigkeit aus landschaftsästhetischen Gründen nur bei einer qualifizierten Beeinträchtigung in Form der Verunstaltung¹⁴⁸. Eine Verunstaltung ist aber nur anzunehmen, wenn das Vorhaben dem Orts- und Landschaftsbild in ästhetischer Hinsicht grob unangemessen wäre und auch von einem für ästhetische Eindrücke offenen Betrachter als belastend empfunden würde¹⁴⁹. Hiervon wird man bei WEA allenfalls dann ausgehen können, wenn diese an exponierter Stelle in einer landschaftlich reizvollen Umgebung errichtet werden sollen¹⁵⁰.

Hinsichtlich des **Vogelschutzes** stellt das OVG Koblenz klar, dass Gründe des Vogelschutzes dem Bau von WEA nur dort entgegen gehalten werden können, wo tatsächlich zu schützende Vögel vorkommen.¹⁵¹ Dies ist nicht auf gemeldete EU-Vogelschutzgebiete beschränkt. Es kann durchaus sogenannte faktische Vogelschutzgebiete geben, die zu den für die Erhaltung von Anhang-1-Arten der EU-Vogelschutzrichtlinie zahlen- und flächenmäßig geeignetsten Gebieten (im Sinne von Art. 4 Abs. 1 Satz 4 EU-Vogelschutzrichtlinie) gehören, obwohl sie nicht als Vogelschutzgebiete ausgewiesen sind. Allerdings sind diese faktischen Vogelschutzgebiete auch nicht identisch mit den vom NABU auf Länderebene aktualisierten IBA-Listen, die nur als Hinweise gewertet werden. Als Grundlage der Einzelfallentscheidung ist die Wertigkeit des Gebietes und seine Zugehörigkeit zu den zahlen- und flächenmäßig geeignetsten Gebieten einer Region (meist eines Bundeslandes) darzulegen.

4.4 Weitergehende Hinweise

Eine über die dargestellte summarische Auswertung der windenergiebezogenen bundesdeutschen Rechtsprechung hinausgehende Analyse ist nur in Hinsicht auf konkrete Fragestellungen möglich. Solche Fragestellungen aus bestimmten Situationen heraus sind jedoch extrem vielfältig und differenziert. Sie entziehen sich somit der pauschalen Betrachtung. Das bisher gesammelte und ausgewertete Material beinhaltet jedoch wesentlich mehr als die dargestellten Informationen. Um diese zugänglich zu machen, wurden sie sachbezogen strukturiert und im Anhang dargestellt als eine tabellarische Auswertung von 179 Gerichtsurteilen zum Themenbereich Windenergienutzung, die bis zum Februar 2004 in diversen Fach- und Rechtszeitschriften veröffentlicht wurden oder in der juris-Datenbank vorliegen. Sie sind hinsichtlich des Verhandlungsgegenstandes nach den Themenbereichen 'Außenbereich', 'Naturschutz' und 'Immissionsschutz' sortiert und sind mit den Hinweisen zum Gericht, Aktenzeichen, Beschlussdatum sowie der Fundstelle gut recherchierbar. Im allgemeinen sind

¹⁴⁸ OVG R-Pf, Urteil vom 20.3.2003, 1 A 11406/01.OVG, unter Bezug auf OVG NRW, Urteil vom 30.11.2001, BauR 2002, 886.

¹⁴⁹ BVerwG, Urteil vom 15.5.1997, BRS 59, Nr. 90.

¹⁵⁰ OVG NRW, Urteil vom 12.6.2001, 10 A 97/99; OVG R-Pf, Urteil vom 7.8.2003, 1 A 11186/02.OVG.

¹⁵¹ OVG R-Pf, Urteil vom 28.5.2003, 8 A 10481/02.OVG.

neben dem Gegenstand der Verhandlung als Stichwort auch die relevanten Normen der Entscheidung angegeben. Somit ist eine situationsbezogene Nutzung der zusammengestellten Informationen jederzeit möglich. Konkrete Fragestellungen können ergebnisorientiert recherchiert und Querbezüge abgeleitet werden.

5 Zusammenfassung der Empfehlungen für die Planung

Bei Beachtung der in den Kapiteln 2 und 3 genannten Empfehlungen lässt sich Windenergienutzung umwelt- und naturverträglich betreiben. Neben einer Verwendung von Anlagen, die dem Stand der Technik und den geltenden Vorschriften entsprechend wenig Emissionen aller Art abgeben, ist dafür in erster Linie die Wahl geeigneter Vorhabenstandorte, an denen Konflikte mit Natur, Umwelt und Menschen vermieden werden können, entscheidend.

Im folgenden sollen die einzelnen Empfehlungen für die Planung, die Auswirkungen auf die Standortwahl von WEA haben können, tabellarisch zusammengestellt werden.

Zonen, in denen nachteilige Auswirkungen regelmäßig zu erwarten sind oder besonders nachteilige Auswirkungen vorkommen können, sollten als Ausschlussgebiete für Windenergienutzung angesehen werden. Die Gebiete, wo nachteilige Auswirkungen möglich sind, aber durchaus nicht vorkommen müssen, sind Restriktionsgebiete für die WEA-Nutzung, d. h. hier besteht ein spezieller Untersuchungsbedarf. Gebiete, in denen nachteilige Auswirkungen nicht zu erwarten sind, sind generell als Eignungsgebiete anzusehen. Ausnahmen sind in konkreten räumlichen Situationen im Einzelfall möglich.

5.1 Zum Schutz des Menschen

Um mögliche nachteilige Auswirkungen auf den Menschen von vornherein zu vermeiden, sollten Windenergieanlagen grundsätzlich nur in ausreichendem Abstand zu dauernden Aufenthaltsorten des Menschen wie Wohnsiedlungen sowie Freizeit- und Erholungseinrichtungen errichtet werden. In Tabelle 13 sind die möglichen nachteiligen Auswirkungen auf den Menschen und die Zonen, innerhalb derer nachteilige Auswirkungen auftreten können, zusammengestellt.

Tabelle 13: Wirkzonen der verschiedenen möglichen nachteiligen Auswirkungen auf den Menschen

Mögliche nachteilige Auswirkungen durch	Abstand zur WEA / zum Windpark		
	Nachteilige Auswirkungen		
	zu erwarten	möglich	nicht zu erwarten
Schall	< 500 m	500 - 1.000 m	> 1.000 m
Infraschall	-----	< 100 m	> 100 m
Schatten	< 400 m	400 - 1.300 m	> 1.300 m
Eiswurf	< 180 m	180 - 360 m	> 360 m
sonstiger Unfall	< 180 m	180 - 400 m	> 400 m
Gesamt	< 500 m	500 - 1.300 m	> 1.300 m

Aus der Zeile "Gesamt", die aus den am weitesten reichenden nachteiligen Auswirkungen durch Schall und Schatten resultiert, leiten sich die Empfehlungen für die Planung ab. So sollte ein Mindestabstand von 500 m von Wohngebieten sowie Freizeit- und Erholungseinrichtungen generell eingehalten werden. Im Einzelfall könnte dies bei Einzelhäusern und -wohnungen im

Einvernehmen mit den Betroffenen unterschritten werden¹⁵², beispielsweise wenn der Betreiber einer WEA selbst in der Nähe wohnt. In einer Entfernung von 500 bis 1.300 Metern ist je nach örtlicher Situation und konkretem Projekt denkbar, dass Belästigungen durch Schallimmissionen und Schattenwurf auftreten können. Hier ist also eine genauere Betrachtung durch spezielle Gutachten notwendig und ggf. müssen Maßnahmen zur Minimierung der nachteiligen Auswirkungen vorgesehen werden. Ohne weitere Prüfung kann bei einem Abstand von mehr als 1.300 Metern im allgemeinen ein ausreichender Schutz des Menschen vor nachteiligen Auswirkungen von WEA angenommen werden.

5.2 Zum Schutz von Natur und Landschaft

Zur Vermeidung von möglichen nachteiligen Auswirkungen auf Natur und Landschaft durch Windenergieanlagen sollten diese von schutzbedürftigen Gebieten bzw. Objekten des Natur- und Landschaftsschutzes einen der Empfindlichkeit der Schutzobjekte und der jeweiligen Wirkzone der WEA angemessenen Abstand einhalten. Aus den in Kapitel 3 dargelegten Wirkzonen auf die verschiedenen Schutzgüter werden die notwendigen Abstände zu den verschiedenen Schutzgebieten abgeleitet. Diese sind in Tabelle 14 zusammengestellt.

Um Konflikte mit dem **Biotop- und Artenschutz** von vornherein zu vermeiden, sollten alle Bereiche, in denen nachteilige Auswirkungen auf schutzbedürftige Gebiete bzw. Objekte zu erwarten sind, generell von WEA freigehalten werden (Ausschlussgebiete). Das betrifft alle Schutzgebiete und Objekte mit entsprechendem Schutzziel innerhalb ihrer Grenzen und die Lebensstätten und Wanderwege wandernder Tierarten des Anhangs I der Bonner Konvention, soweit das Vorhaben den Wanderweg tatsächlich beeinträchtigen kann. Dies ist insbesondere bei Vögeln und Fledermäusen möglich, in der Regel aber nicht der Fall, wenn beispielsweise die Zugvögel in breiter Front oder in Höhen von mehr als 250 m über Grund ziehen. Für die speziell für den Vogelschutz erlassene international bedeutsamen Schutzgebiete 'Feuchtgebiet gemäß Ramsar-Konvention' und EU-Vogelschutzgebiet (SPA) sollte der Ausschluss von WEA neben dem Gebiet selbst auch für eine Pufferzone von 300 m um das Schutzgebiet gelten. Bei einzelnen besonders gefährdeten und störungsempfindlichen Vogelarten wie z. B. Seeadler oder Schwarzstorch sollte eine Mindestschutzzone von 1 km um ihre Brutplätze von WEA freigehalten werden. Weitere räumliche Empfindlichkeiten insbesondere in Bezug auf Wechselwirkungen zwischen Brut- und Nahrungshabitaten sind in der Restriktionszone zu prüfen.

In einer zusätzlichen Zone um die vorgenannten Ausschlussgebiete der flächenhaften Schutzgebiete sind nachteilige Auswirkungen im Einzelfall möglich, wobei dies vom Vorkommen entsprechend empfindlicher Tierarten (v. a. Vögel) abhängt. Daraus ergibt sich ein spezieller Untersuchungsbedarf im Bereich von 300 - 1000 m um Vogelschutzgebiete bzw. 0 - 1000 m um sonstige flächenhafte Schutzgebiete (Restriktionsgebiete). Als derartige Zonen mit besonderem Untersuchungsbedarf sind auch Gebiete anzusehen, die mindestens eine überregionale Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz aufweisen, auch wenn sie (noch) keinem Schutzstatus unterliegen. Gleiches gilt für die Umgebungsbereiche bis zu 300 m um Lebensstätten und Wanderwege wandernder Tierarten gemäß Anhang I der Bonner Konvention und die Lebensstätten und Wanderwege der Tiere des Anhangs II inklusive dieser Pufferzone. Für einzelne Brutvogelarten (unabhängig davon, ob sie in der Bonner Konvention genannt sind) ist der Untersuchungsraum bis zu 2 km bzw. bis zu 5 km auszudehnen, wobei bei der Beurteilung der möglichen Störung speziell auf die räumlichen Zusammenhänge zwischen Brut- und

¹⁵² Hierzu sind ggf. verbindliche Vereinbarungen mit den Betroffenen zu schließen.

Nahrungshabitaten dieser Arten abzustellen ist.

In einer Entfernung von über 1000 Metern zu den genannten flächenhaften Schutzgebieten sind nachteilige Auswirkungen i. d. R. nicht zu erwarten (Eignungsgebiete). Eine Ausnahme begründen hier nur einzelne Vogelarten mit spezieller Empfindlichkeit um den Horstbereich, wo eine sichere Eignung erst in 2 bzw. 5 km Abstand vorliegt. Als Eignungsgebiete gelten auch Bereiche in einer Entfernung von mehr als 300 m von kleinflächigen Schutzgebieten bzw. einzelnen Schutzobjekten, Lebensstätten und Wanderwegen wandernder Tierarten gemäß Bonner Konvention und von Gebieten überregionaler Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz ohne Schutzstatus.

Bei Einhaltung der genannten Abstände von derartigen Schutzgebieten zum Schutz der Natur bzw. bestimmter Naturelemente sind gleichzeitig auch wesentliche **Landschaftsschutz**belange durch Schonung besonders schützwürdiger natürlicher bzw. naturnaher Gebiete berücksichtigt. Darüber hinaus gibt es Gebiete, die ausschließlich aufgrund ihrer besonderen Bedeutung für das Landschaftsbild bzw. ihrer kulturhistorischen Bedeutung unter Schutz stehen. Als besonders bedeutend sind die Weltkultur-Erbe-Gebiete der Unesco anzusehen, die bis zu einer Entfernung von 5 km von Windenergieanlagen frei bleiben sollten (Ausschlussgebiete). Sonstige Kulturdenkmale, historische Kulturlandschaften sowie historische Kulturlandschaftselemente, Landschaftsschutzgebiete mit dem Schutzziel Landschaftsbild / Erholung, Naturparke und die Zonen 3 + 4 von Biosphärenreservaten in den ausgewiesenen Grenzen sollen ebenfalls nicht als WEA-Standorte genutzt werden.

In einer unterschiedlich weit reichenden Pufferzone um die genannten Gebiete bzw. Objekte ist ein besonderer Untersuchungsbedarf gegeben, da je nach Landschaftsstruktur und individueller Empfindlichkeit eine Beeinträchtigung eintreten kann (Restriktionsgebiete). Für Weltkultur-Erbe-Gebiete sollte diese Zone 10 km betragen, da diesen Gebieten eine hohe Schutzbedürftigkeit zukommt und hier jegliche Beeinträchtigung vermieden werden sollte. Für einzelne Kulturdenkmale, speziell Kirchen oder Schlösser in landschaftlich herausgehobener Lage, ist im Abstand bis zu 5 km eine nachteilige Auswirkung möglich, so dass in diesem Bereich eine konkrete Untersuchung erforderlich ist. Für alle anderen Schutzgebiete und -objekte des Landschaftsschutzes (Historische Kulturlandschaft, Landschaftsschutzgebiete mit Schutzziel Landschaftsbild / Erholung, Naturparke und die Zonen 3 + 4 von Biosphärenreservaten) reicht ein Abstand von 1,5 km als Restriktionszone aus, da erhebliche Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch WEA in der Regel nicht weiter wirken und sich nur selten direkt am Rand von Schutzgebieten besonders hochwertige Bereiche befinden.

In einer größeren Entfernung als die vorgenannten Zonen ist eine Beeinträchtigung schutzbedürftiger Gebiete bzw. Objekte zum Schutz des Landschaftsbildes nicht zu erwarten.

Tabelle 14: Zonen um Gebiete bzw. Objekte des Natur- und Landschaftsschutzes zur Vermeidung nachteiliger Auswirkungen auf die jeweiligen Gebiete bzw. Objekte

Schutzbedürftige Gebiete / Objekte des Natur- und Landschaftsschutzes	Abstand zur WEA / zum Windpark		
	Nachteilige Auswirkungen		
	zu erwarten	möglich	nicht zu erwarten
Feuchtgebiet gem. Ramsar-Konvention	< 300 m	300 - 1.000 m	> 1.000 m
EU-Vogelschutzgebiet (SPA)	< 300 m	300 - 1.000 m	> 1.000 m
Brutplätze gefährdeter und störungsempfindlicher Vogelarten gemäß Auflistung in Kap. 3.3.3.2	< 1.000 m	1.000 - 2.000 m* / 5.000 m**	> 2.000 m* / 5.000 m**
FFH-Gebiet	im Gebiet	0 - 1.000 m	> 1.000 m
Naturschutzgebiet	im Gebiet	0 - 1.000 m	> 1.000 m
Nationalpark	im Gebiet	0 - 1.000 m	> 1.000 m
Biosphärenreservat, Zone 1 + 2	im Gebiet	0 - 1.000 m	> 1.000 m
Naturdenkmal	im Gebiet	0 - 300 m	> 300 m
Geschützter Landschaftsbestandteil	im Gebiet	0 - 300 m	> 300 m
Geschützte Biotope gem. Landesrecht	im Gebiet	0 - 300 m	> 300 m
Lebensstätten und Wanderwege wandernder Tierarten gem. Anhang I der Bonner Konvention	im Gebiet	0 - 300 m	> 300 m
Lebensstätten und Wanderwege wandernder Tierarten gem. Anhang II der Bonner Konvention	-----	0 - 300 m	> 300 m
Gebiet mit überregionaler Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz ohne Schutzstatus	-----	0 - 300 m	> 300 m
Unesco Weltkulturerbe-Gebiet	< 5.000 m	5.000 - 10.000 m	> 10.000 m
Kulturdenkmal	im Gebiet	0 - 5.000 m	> 5.000 m
Historische Kulturlandschaft und historisches Kulturlandschaftselement	im Gebiet	0 - 1.500 m	> 1.500 m
Landschaftsschutzgebiet mit Schutzziel Landschaftsbild / Erholung	im Gebiet	0 - 1.500 m	> 1.500 m
Naturpark	im Gebiet	0 - 1.500 m	> 1.500 m
Biosphärenreservat, Zone 3 + 4	im Gebiet	0 - 1.500 m	> 1.500 m

* 2 km für Wespenbussard, Rotmilan, Uhu, Sumpfohreule, Weißstorch, Singschwan, Wachtelkönig, Birkhuhn, Auerhuhn und Graureiher

** 5 km für alle heimischen Adlerarten, Großtrappe, Kranich und Schwarzstorch .

Aus den vorgenannten Empfehlungen zum Schutz des Menschen sowie von Natur und Landschaft bei der Standortwahl von Windenergieanlagen bzw. Windparks lassen sich Kriterien ableiten, die in einem möglichst frühen Planungsstadium zur Abschätzung der Umweltverträglichkeit von Windenergie-Projekten genutzt werden können. Mit wenigen Daten zum Vorhaben könnte man so eine umweltbezogene räumliche Grob-Prüfung durchführen, aus der sich die Eignung eines geplanten Standortes in Hinsicht auf Vermeidung von Konflikten mit Mensch, Natur und Landschaft ableiten lässt.

Als ein praktikables Element der Umsetzung hat der DNR eine "Leitlinie für den umwelt- und sozialverträglichen Ausbau der Windenergienutzung" im Rahmen des Gesamtprojektes "Informationskampagne Umwelt- und naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (onshore)" vorgeschlagen. Darin werden ausgehend vom Analyseteil und unter Berücksichtigung weiterer Aspekte, wie z. B. der Sozialverträglichkeit und des Vorsorgegedankens, Kriterien für die Auswahl geeigneter Standorte für WEA zusammengestellt. Grundlage der Leitlinie bilden die europäischen Richtlinien zur Prüfung der Umweltverträglichkeit, die zielorientiert in Form von zwei Checklisten umgesetzt werden. Die erste Checkliste ermöglicht eine Abschätzung der Umwelterheblichkeit bei der Standortsuche, die zweite Checkliste eine Bewertung der standortbezogenen Umwelterheblichkeit von Windenergieanlagen. Für die erste Checkliste sind die in den Tabellen 13 und 14 dargestellten Abstände herangezogen und im Sinne einer möglichst einfachen Anwendung und einer weitgehenden Akzeptanz (Sozialverträglichkeit) zum Teil zusammengefasst oder verändert worden.

Die Anwendung der Leitlinie soll dazu führen, dass Windenergieanlagen nur dort errichtet werden, wo sie aufgrund ausreichender Abstände von schutzbedürftigen Bereichen wirklich umweltverträglich für Mensch und Natur sind. Der DNR setzt sich für die Etablierung dieser Leitlinie ein und strebt im Rahmen der Informationskampagne freiwillige Selbstverpflichtungen von Projektentwicklern, Windenergieanlagen-Herstellern und -Betreibern an.

6 Literatur und Quellen

6.1 Zum Thema: Windenergie allgemein

- Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen: Schreiben vom 18.12.2001 über die naturschutzrechtliche Beurteilung von Windkraftanlagen. (18.12.2001)
- Bayrisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie: Rahmenbedingungen für eine natur- und landschaftsgerechte, koordinierte und effiziente Nutzung des Windenergiepotentials in Bayern, dargestellt am Beispiel Landkreis Tirschenreuth. Regensburg, Kranzberg, Mai 1997
- BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2001): Weiterer Ausbau der Windenergienutzung im Hinblick auf den Klimaschutz - Teil 1. Forschungsvorhaben F & E 999 46 101. In der Reihe: Umweltpolitik.
- BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2002a): Strategie der Bundesregierung zur Windenergienutzung auf See im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung. In der Reihe: Umweltpolitik.
- BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2002b): Weiterer Ausbau der Windenergienutzung im Hinblick auf den Klimaschutz - Teil 2. Forschungsvorhaben F & E 999 46 101. Endbericht.
- BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2003): Entwicklung der erneuerbaren Energien. Stand: August 2003.
- Bundesamt für Naturschutz (Hg.) [1997]: Naturschutz und Windkraft. Lärmwirkungen auf Tiere. In der Reihe: Dokumentation Natur und Landschaft, Sonderheft 27, Bibliographien Nr. 74-75.
- Bundespresseamt (2003): Allensbach-Studie zu Energieversorgung und Energiepolitik. Zusammenfassung des BPA, Stand: November 2003.
- Dewek'96-Tagungsband, Döpel Landschaftsplanung, Dipl.-Geogr. Uwe Döpel: Integriertes Raumordnungskonzept für Windenergieparks im Freistaat Thüringen unter Anwendung EDV-gestützter Berechnung der Windressourcen. (1996), S. 215-217.
- DEWI - Deutsches Windenergie-Institut GmbH (2002): Entwicklung der Windenergie in Deutschland und der Welt bis zum Jahr 2006, 2010 und 2030. Im Auftrag der Hamburg Messe und Congress GmbH.
- Ender, C.: Windenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland - Stand 30.06.2003. In: DEWI Magazin Nr. 23, August 2003, S. 6-18.
- Freie und Hansestadt Hamburg, Stadtentwicklungsbehörde: Flächendeckendes Gutachten zur Windenergienutzung in Hamburg. Hamburg, den 08.07.1997
- Freie und Hansestadt Bremen, Senator für Frauen, Gesundheit, Jugend, Soziales und Umweltschutz: Windkraftausbauplanung für die Stadtgemeinde Bremen: Konzept des Senats für den Ausbau der Windkraftnutzung in der Stadtgemeinde Bremen im

Zeitraum 1997 - 2005. (1997)

- Hessisches Ministerium für Landesentwicklung, Wohnen, Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz: Behandlung von Windkraftanlagen im Baugenehmigungsverfahren vom 09.05.1994. StAnz. HE (1994) Nr. 23, S. 1455-1457.
- Hessisches Ministerium für Landesentwicklung, Wohnen, Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz: Planungsrechtliche und naturschutzrechtliche Beurteilung von Windkraftanlagen vom 24.03.1994. StAnz. HE (1994), Nr. 16, S. 1105-1107.
- Innenministerium, Landesplanungsbehörde, Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten und Ministerium für Finanzen Schleswig-Holstein: Gemeinsamer Runderlass zur Privilegierung der Windenergie im Außenbereich. 27.08.1996. ABl. S.-H. 1996, S. 626.
- Innenministerium, Ministerium für Finanzen und Energie, Ministerium für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein: Grundsätze zur Planung von Windenergieanlagen. Gemeinsamer Runderlass vom 04.07.1995. ABl. S.-H. Nr. 30 (1995), S. 478-481
- Innenministerium, Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Landwirtschaft und Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr Schleswig-Holstein: Grundsätze zur Planung von Windkraftanlagen (Ergänzung des Gemeinsamen Runderlasses vom 4. Juli 1995). Gemeinsamer Runderlass vom 25.11.2003. ABl. S.-H. vom 01.12.2003, S. 893
- Innenministerium und Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten Schleswig-Holstein: Gemeinsamer Erlass zur Berücksichtigung immissionsschutzrechtlicher Belange bei Windenergieanlagen. 03.04.2001. ABl. S.-H. Nr. 16/17 2001, S. 216-218
- Ministerium der Finanzen Rheinland-Pfalz: Einführung der Richtlinie für Windkraftanlagen - Fassung Juni 1993 - Verwaltungsvorschrift des Ministeriums der Finanzen vom 22.06.1995. MinBl. RP Nr. 7 (1995), S. 263-264.
- Ministerium der Finanzen, Ministerium des Inneren und Sport - oberste Landesplanungsbehörde -, Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau und Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz: Gemeinsames Rundschreiben: Hinweise zur Beurteilung der Zulässigkeit von Windkraftanlagen vom 18.02.1999. MinBl. RP Nr. 6 vom 19.03.1999, S. 148 (Nov. 2003 in Überarbeitung)
- Ministerium des Innern und für Sport des Landes Rheinland-Pfalz: Verwaltungsvorschrift vom 28.06.1996 und den zugehörigen Merkblätter (MinBl. 1996, S. 366)
- Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern: Erlass einer Richtlinie zur Einführung technischer Baubestimmungen für Windkraftanlagen. ABl. M-V 1995, Nr. 14, S. 336.
- Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern: Erlass zur Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen. ABl. M-V Nr. 51 vom 02.11.1998, S. 1345
- Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern: Hinweise zur Aufstellung von Bauleitplänen und Satzungen über Vorhaben- und Erschließungspläne für Windkraftanlagen. 19.12.1995. ABl. M-V 1996, Nr. 2, S. 32-36 (aufgehoben durch den Erlass vom 02.11.1998).
- Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern: Rundschreiben zur Privilegierung der Wind- und Wasserenergieanlagen durch Änderung des § 35 BauGB vom 10.10.1996. M-V (aufgehoben durch den Erlass vom 02.11.1998).

- Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung Brandenburg: Erlass zu Anforderungen an die Geräuschimmissionsprognose und an die Nachweismessung bei Windenergieanlagen (WEA-Geräuschimmissionserlass). 31.07.2003
- Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung Brandenburg: Leitlinie zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Leitlinie). ABl. BB Nr. 18, 7.5.2003
- Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung Brandenburg: Tierökologische Abstandskriterien für die Errichtung von Windenergieanlagen in Brandenburg vom 01.06.2003
- Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung und Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr Brandenburg: Gemeinsames Rundschreiben zur raumordnerischen, bauplanungs- und bauordnungsrechtlichen Beurteilung von Windenergieanlagen vom 16.02.2001. Brandenburg
- Ministerium für Raumordnung, Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt: Richtlinie zur Standortplanung und -beurteilung von Windenergieanlagen vom 29.04.1996. MBl. LSA Nr. 34 (1996), S. 1423-1428
- Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr Brandenburg: Runderlass zur bauplanungsrechtlichen Beurteilung von Windenergieanlagen (Windenergieanlagenenerlaß des MSWV) vom 27.08.1997. ABl. BB Nr. 44, S. 910
- Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr Brandenburg: Verwaltungsvorschrift zur Brandenburgischen Bauordnung (VVBgbBO), ABl, 14. Jg., Nr. 42, 22.10.2003
- Ministerium für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport und Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr und Staatskanzlei Nordrhein-Westfalen: Gemeinsamer Runderlass: Grundsätze für Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen (Windenergie-Erlass - WEAerl.-) vom 03.05.2002. NRW
- Ministerium für Umwelt Saarland: Erlass zur naturschutzrechtlichen Beurteilung von Windkraftanlagen vom 08.08.1994. Saarbrücken 1994
- Ministerium für Umwelt Saarland: Landesentwicklungsplan "Umwelt (Vorsorge für Flächennutzung, Umweltschutz und Infrastruktur)", Teil A: Textliche Festlegungen mit Erläuterungen. 3. Entwurf, Stand 16.5.2003. Saarland
- Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung Brandenburg: Erlass zur landesplanerischen und naturschutzrechtlichen Beurteilung von Windkraftanlagen im Land Brandenburg (Windkrafteerlass des MUNR) vom 24.05.1996. ABl. BB (1996), Nr. 28, S. 654-665, zuletzt geändert durch Bekanntmachung des MLUR vom 08.05.2002 (Abl. BB 2002, Nr. 22, S. 559 - Berichtigung der Bekanntmachung ABl. 2002, Nr. 26, S. 617)
- Ministerium für Wirtschaft und Infrastruktur und Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt Thüringen: Gemeinsame Bekanntmachung: Planungs- und naturschutzrechtliche Beurteilung von Windenergieanlagen. StAnz. TH Nr. 7 (1997), S. 366-369.
- Ministerium für Wohnen, Städtebau und Verkehr Sachsen-Anhalt: Einführung technischer Baubestimmungen: Richtlinie für Windkraftanlagen, Fassung Juni 1993 vom 16.01.1995. MBl. LSA (1995), Nr. 11, S. 320-321

- Niedersächsisches Innenministerium: Empfehlungen zur Standortsicherung und raumordnerischen Beurteilung von Windenergieanlagen. 03.07.1991. Nds. MBl. 1991, Nr. 26, S. 924-927
- Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Raumordnung; Empfehlungen zur Festlegung von Vorrang- oder Eignungsgebieten für die Windenergienutzung. Bezug: RdErl. D. MI vom 11.07.1996, Az. 39.1-32346/8.4. 26.01.2004
- Niedersächsisches Innenministerium: Festlegung von Vorrangstandorten für Windenergienutzung. Rundschreiben an die Träger der Regionalplanung. 11.07.1996
- Niedersächsisches Umweltministerium: Leitlinie zur Anwendung der Eingriffsregelung des Niedersächsischen Naturschutzgesetzes bei der Errichtung von Windenergieanlagen. 21.06.1993
- Obermeyer: Immissionsschutzrechtliches Verfahren bei der Genehmigung von Windenergieanlagen, UVP und BImSchG: Umsetzung in der Praxis. In: Erneuerbare Energien 5/2003, S. 28-30
- Regionale Planungsgemeinschaft Prignitz-Oberhavel: Regionalplan Prignitz-Oberhavel - Sachlicher Teilplan "Windenergienutzung", ABl, 14. Jg., Nr. 42, 25.08.2003
- Regionalversammlung Nordhessen: Regionalplan Nordhessen 2000
- Regionalversammlung Mittelhessen: Regionalplan Mittelhessen 2001
- Regionalversammlung Südhessen: Regionalplan Südhessen 2000
- ROG - Raumordnungsgesetz vom 18. August 1997 (BGBl. I S. 2081, 2102) i. d. F. der Bekanntmachung vom 25.08.1997 (BGBl. I S. 2102), geändert durch Gesetz vom 15.12.1997 (BGBl. I S. 2902).
- RoV - Raumordnungsverordnung - Verordnung zu § 6a Abs. 2 des Raumordnungsgesetzes. Vom 13. Dezember 1990 (BGBl. I S. 2766), zuletzt geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 18. August 1997 (BGBl. I S. 2081, 2110).
- Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung: Leitlinien zur raumordnerischen Standortsicherung und Beurteilung von Windenergieanlagen. 14.11.1995
- Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft: Orientierungswerte für Mindestabstände der Windnutzungsgebiete zu den Baugebieten unter Einhaltung der immissionsschutzrechtlichen Anforderungen an die Geräusch- und Schatteneinwirkungen im Rahmen der Regionalpläne und der Flächennutzungspläne (Schreiben des SMUL an das SMI vom 20.07.2001, Az.: 52-8826.00)
- Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft: Windleitfaden. Leitfaden zur Genehmigung von Windkraftanlagen im Freistaat Sachsen. Oktober 2001
- Schmidt-Eriksen: Die Genehmigung von Windkraftanlagen. In: Natur und Recht 11/2002, S. 648-654
- Senatsverwaltung für Wirtschaft, Verkehr und Technologie Berlin: Änderung des Flächennutzungsplanes, Bekanntmachung im Amtsblatt 30.6.2000, Textliche Darstellung Nr. 5. Berlin
- Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie Bayern: Hinweise zur

- Windenergienutzung in Bayern. München 2001
- UBA - Umweltbundesamt (2002): Langfristszenarien für eine nachhaltige Energienutzung in Deutschland. Forschungsbericht 200 97 104, UBA-FB 000314
- Umweltministerium und Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg: Gemeinsame Richtlinie für gesamtökologische Beurteilung und baurechtliche Behandlung von Windenergieanlagen - VWV Windenergie - vom 20.04.1995. GABl. B-W (1995) Nr. 6, S. 291-294
- Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg: Hinweise für die Festlegung von Vorranggebieten für regionalbedeutsame Windkraftanlagen mit regionsweiter außergebietlicher Ausschlusswirkung. Oktober 2003
- Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg: Windfibel. Windenergienutzung - Technik, Planung und Genehmigung. 4. Aufl. August 2003
- Zweckverband Großraum Braunschweig: Fortschreibung des Regionalen Raumordnungsprogramms 1995 für den Großraum Braunschweig zwecks Festlegung von Vorrangstandorten für Windenergieanlagen vom 06.02.1997. Niedersachsen

6.2 Zum Thema: Auswirkungen auf den Menschen

- Arbeitskreis "Geräusche von Windenergieanlagen" (1998): Schallimmissionsschutz im Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen.
- Bareiß, G, Guidati, G. und S. Wagner (1996): Wind Turbine Noise.
- Behr, H. D.(1992): Licht und Schatten. In: Windkraft-Journal 3/1992, S. 7-10.
- Betke, K., Schultz-von Glahn, M., Goos, O. Und H. Remmers (1996): Messung der Infraschallabstrahlung von Windenergieanlagen. In: DEWEK'96-Tagungsband, S. 207-210
- Betke, K.; Gabriel, J.; Klug, H.; Schumacher, K.; Wittwer, G. (1997): Abschlussbericht des BMBF-Forschungsvorhabens "Geräuschminderung durch Modifikation der Blattspitze, der Blatthinterkante und des Anstellwinkels von Windkraftanlagen".
- Betke, K. und H. Remmers (1998): Messung und Bewertung von tieffrequentem Schall.
- Borgmann, R.: Infraschall, 1997; Hg.: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (LfU), Referat 2/6 Akustische Messtechnik
- Buchmann, A. (2003): Schattenimmissionen von Windkraftanlagen. Der Einfluß von Schattenimmissionen durch Windkraftanlagen auf schutzbeanspruchende Nutzungen und deren Bedeutung für die regionale und kommunale Planung. Dortmund
- DIN 45680 "Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft", März 1997
- DIN 45681 "Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen", Entwurf Januar 1992
- DIN 5034-2 "Tageslicht in Innenräumen - Grundlagen", 1985
- DIN 67530/ ISO 2813 "Reflektormeter als Hilfsmittel zur Glanzbeurteilung an ebenen Anstrich- und Kunststoff-Oberflächen", 1978

- DIN EN 61400-11 "Windenergieanlagen, Teil 11: Schallmessverfahren (IEC 61400-11:1998)", 2000
- FGW (Fördergesellschaft für Windenergie): Teil O - Teil 3 (0: Allgemeine Anforderungen, 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, 2: Bestimmung von Leistungskurve und standardisierten Energieträgern und 3: Bestimmung der elektrischen Eigenschaften.
- Freund, H. D.(1999): Die Reichweite des Schattenwurfs von Windkraftanlagen, Untersuchung an der FH Kiel. Umweltforschungsdatenbank UFORDAT
- Gabriel, J. und H. Klug (1997): Geräuschkinderung bei Windenergieanlagen durch Modifikation der Blattspitze, der Blatthinterkante und des Anstellwinkels. In: DEWI Magazin Nr. 11/1997, S. 70-75
- Hammerl, C.; Fichtner, J. (2000): Langzeit-Geräuschemissionsmessung an der 1 MW-Windenergieanlage Norde N54 in Wiggensbach bei Kempten (Bayern). Im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz
- Ising, H., Markert, B., Shenode, F. und C. Schwarze (1982): Infraschallwirkungen auf den Menschen.
- ITAP-Institut - Institut für technische und angewandte Physik (2000): Messbericht der Messung der Infraschall-Abstrahlung einer WEA des Typs Vestas - 1,65 MW. Zit. in: Klug 2002.
- Kindel, R.(1999): Hinweise zur Beurteilung von Licht-/ Schatteneinwirkungen bei Windenergieanlagen, LUA-Jahresbericht '98, S. 140ff
- Klug, H. (2002): Infraschall von Windenergieanlagen: Realität oder Mythos?. In: DEWI Magazin Nr. 20, Februar 2002
- Klug, H. & J. Gabriel (1997): Geräuschkinderung bei Windenergieanlagen durch Modifikation der Blattspitze, der Blatthinterkante und des Anstellwinkels. In: DEWI Magazin Nr. 11, August 1997.
- König, S. & A. Ritschel (1996): Windkraftnutzung auf Gewerbe- und Industriestandorten. Neue Wege zur Verminderung des Flächenverbrauchs in Bremen. In: DEWEK '96 Tagungsband, S. 211-214.
- Künzel, K., Schultz, D. und Schönfelder, R. (1997): Untersuchungen zur Schallimmission durch Windenergieanlagen im Erzgebirgsvorland. Fortschritte der Akustik, DAGA '97
- LAI - Länderausschuss für Immissionsschutz, Arbeitskreis Lichtimmissionen (2003): Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise).
- LUA NRW - Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (2002a): Sachinformation Optische Immission von Windenergieanlagen.
- LUA NRW - Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (2002b): Windenergieanlagen und Immissionsschutz. Materialien Nr. 63.
- Ohms, M.: Immissionsschutz bei Windkraftanlagen. In: DVBl. 2003, S. 958ff.
- Osten, T.; Pahlke, T. (1998): Schattenwurf von Windenergieanlagen, Wird die Geräuschabstrahlung in den Schatten gestellt? In: DEWI Magazin 13/1998, S. 6-11
- Pohl, J.; Faul, F.; Mausfeld, R.(1999): Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen. Feldstudie, Institut für Psychologie der Christian-Albrecht-Universität zu Kiel

- Pohl, J., Faul, F. und R. Mausfeld (2000): Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen. Laborpilotstudie, Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität Kiel 2000.
- Pompetzki, W. (2000): Lärm und Gesundheit. Jahresbericht des Landesumweltamt NRW, S. 37-51
- RAL 7035-HR - Farbbregister Deutsches Institut für Gütersicherung und Kennzeichnung, Bonn 1998
- Ruppe, I.; Vogel, E (1999):. Lösen schwache elektromagnetische Felder subjektive Symptome aus und haben diese gesundheitliche Folgen? Ergebnisse eines EU-Berichts. In: Umweltmed Forsch Prax 4 (1), S. 56 - 57
- Lärmimmissionen und Schattenwurf durch Windenergieanlagen, UPR 2/2000 S. 73
- Schönfelder, R.(1998): Schallabstrahlung von Windkraftanlagen in orographisch komplexem Gelände. Auszug aus der Diplomarbeit "Messung des Schallimmissionsverhaltens von Windkraftanlagen in orographisch komplexem Gelände", FH Mittweida
- Schust, M. (1997): Biologische Wirkung von vorwiegend luftgeleitetem Infraschall. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund/Berlin
- Schutz vor niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern der Energieversorgung und -anwendung (1995). Bekanntmachung einer Empfehlung der Strahlenschutzkommission Bundesanzeiger Nr. 147a
- Suva - Schweizerische Unfallversicherungsanstalt: Grenzwerte am Arbeitsplatz. 2003
- Seifert, H. (1999): Betrieb von Windenergieanlagen unter Vereisungsbedingungen. Ergebnisse und Empfehlungen aus einem EU-Forschungsprojekt. Deutsches Windenergie-Institut Wilhelmshaven
- TA Lärm - Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm) vom 26. August 1998, GMBI 1998, S. 503-515
- Technische Richtlinien für Windenergieanlagenanlagen, Teil 1: Bestimmung der Emissionswerte", Revision 13, Stand: 1.1.2000, Hg.: Fördergesellschaft für Windenergie e.V. Kiel
- VDI3789 Blatt 2 - 10/ 94: Umweltmeteorologie - Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre und Oberflächen, Berechnung der kurz- und langwelligen Strahlung, VDI Düsseldorf 1994
- Veit, Ivar: Wirkung von Ultraschall auf das Gehör. Bestandsaufnahme. Herausgeg. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung. Dortmund 1980
- Wagner, S.; Bareiß, R.; Guidati, G. (1996): Wind Turbine Noise.
- Zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz). Empfehlungen des Rates der Europäischen Union vom 12.07.1999. In: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 30.07.1999, L 199/59 — L 199/70

6.3 Zum Thema: Landschaftsbild

- Adam, K., Nohl, W. und W. Valentin (1986): Bewertungsgrundlagen für Kompensationsmaßnahmen bei Eingriffen in die Landschaft. Forschungsbericht im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft Nordrhein-Westfalen.
- Ansorge, T.; Lohmann, M. (1991): Windenergie und Fremdverkehr - Pilotstudie. Einstellung von Urlaubern zur Windenergienutzung. Im Auftrag des Ministeriums für Soziales, Gesundheit und Energie Schleswig-Holstein erarbeitet durch N.I.T. (Institut für Tourismus- und Bäderforschung in Nordeuropa. Kiel
- Assendorp, J.; Püttmann, K. (1995): Windenergie und Denkmalschutz. In: Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen Hannover 2/1995, S. 71-73
- Beyer, H. G.; Rüger, T.; Waldl, H. P. (1995): Ein Verfahren zur Auswahl der geometrischen Konfiguration von Windparks. In: Informationen aus Forschung und Praxis der Windenergie 6/1995, S. 55 ff.
- BfN - Bundesamt für Naturschutz, Projektgruppe Windenergienutzung (2000): Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz zu naturschutzverträglichen Windkraftanlagen. Bonn
- Blandford, Ch. (1998): Wind turbines in the landscape: a view from the UK. - EWEC 97: 06-09 Oct. 1997, Dublin, Ireland. - Dublin: IWEA, 1998, S. 181-184
- Brandt, H. (1995): Ausbau der Windenergienutzung. Berücksichtigung des Landschaftsbildes bei der Planung. Referat anlässlich des Werkstattgespräches "Räumliche Steuerung von Windenergieanlagen" im ILS am 30.03.1995. Dortmund: ILS Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen 1995
- Breuer, W. (1995): Windkraftanlagen nicht überall, nicht ohne weiteres und nicht um jeden Preis. In: Naturschutz und Landschaftsplanung, 1/1995, S. 27
- Breuer, W. (2001): Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen für Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes. Vorschläge für Maßnahmen bei Errichtung von Windkraftanlagen. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 8/2001, S. 237-245
- Brux, H. (1993): Verschandeln sie die Landschaft? Der Konflikt zwischen Windkraftanlagen und Landschaftsbild. NN: Energie 6/1993, S.18-24
- Burton, A. L. (1997): Landscapes with wind farms: a view from mid Wales. - Wind energy conversion: 18th BWEA conference, Exter, 25-27 Sept. 1996. - Bury St Edmunds (u.a.): MEP, 1997, S. 137-142
- Dattke, V.; Sperber, H.-H.(1994): Windkraftanlagen und Landschaftsbild. - Methode zur Simulation der Wirkungen von Windkraftanlagen auf das Landschaftsbild und zu ihrer Bewertung. In: Naturschutz und Landschaftsplanung, 5/1994, S. 179-184
- Egert, M. und E. Jedicke (2001): Akzeptanz von Windenergieanlagen. Ergebnisse einer Anwohnerbefragung unter besonderer Berücksichtigung der Beeinflussung des Landschaftsbildes. In: Naturschutz und Landschaftsplanung, 12/2001, S.373-381
- Engström, S. Und B Pershagen (1980): Aesthetic Factors and Visual Effects of Large-Scale WECS. Im Auftrag des National Swedish Board for Energy Source Development.
- Günther, W. (2002): Touristische Effekte von On- und Offshore-Windkraftanlagen in Schleswig-Holstein. In: Stimmen zur Windenergie, Hg.: Ministerium für Finanzen und Energie Schleswig-Holstein, S. 61-63.
- Hasse, J. (1994): Dorn im Auge? Windenergie und Landschaftsästhetik. In: Nordfriesland

- 2/1994 (Nr. 106), S. 17-18.
- Hasse, J. (1999): Bildstörung. Windenergie und Landschaftsästhetik. In der Reihe: Wahrnehmungsgeographische Studien zur Regionalentwicklung, Heft 18. Oldenburg.
- Hasse, J.; Schwahn, Ch. (1992): Windenergie und Ästhetik der Landschaft: Ästhetische Landschaftsverträglichkeit von Windenergieanlagen und Windenergieparks (Beispiel Wesermarsch). Interdisziplinäre Studie, Teil 1
- Hasse, J.; Schwahn, Ch.(1993): Zur landschaftsästhetischen Bewertung von Windenergieanlagen. In: Umweltarchiv 181/1993, S. I-V
- Kelch, R.-E. (1993): Windkraftanlagen und Landschaftsbild. In: Tagungsband der "Husumer Windenergietage" in Hannover, S. 41-49
- Kiefer, A. und Sander, U. (1993): Auswirkungen von Straßenbau und Verkehr auf Fledermäuse. Eine vorläufige Bilanzierung und Literaturlauswertung. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 25, (6), 1993
- Klöppel, D.; Krause, Ch.-L. (1996): Windkraftparks in der Erholungslandschaft. Standortprobleme unter dem Aspekt von Landschaftsbild und Erholungsqualität. Sankt Augustin (=Naturschutz und Freizeitgesellschaft, Bd 2)
- Krause, A. (1996): Akzeptanz- und Verträglichkeitsstudie zur Nutzung der Windenergie im stadtnahen Bereich. In: Tagungsband DEWEK '96, S. 416-418
- Krause, Ch.-L. (2000): Naturschutzfachlich begründete Abstandsempfehlungen zu Bereichen mit schutzwürdigem Landschaftsbild. In: BfN, Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz zu naturschutzverträglichen Windkraftanlagen.
- Krause, T. (1994): Akzeptanz von Windkraftanlagen in Dithmarschen. Ergebnisse einer Haushaltsbefragung zum Thema Windenergienutzung im Juli 1994. Ergebniszusammenfassung der Diplomarbeit "Standortfaktoren von Dithmarscher Bevölkerung".III, Hamburg, Selbstverlag 1994, 32 S.
- Kriese, U. (1993): Akzeptanz und Umweltverträglichkeit von Windenergieparks. Eine Herausforderung an die Planungspraxis. Dipl.-Arbeit Uni Hannover (=Schriftenreihe des Institutes für Landschaftspflege und Naturschutz Hannover, Arbeitsmaterialien H. 23)
- Mangold, U. (1994): Studie zu den Auswirkungen von Windenergie auf den Tourismus in Schleswig-Holstein. In: ö-kommunal Informationsdienst für kommunale Umweltarbeit; Umweltagentur SH e.V. (Hrsg.)
- Nohl, W. (1993): Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes durch mastenartige Eingriffe. Materialien für die naturschutzfachliche Bewertung und Kompensationsermittlung. Im Auftrag des Ministers für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, unveröff.
- Nohl, W. (1996): Windkraftanlage und Landschaftsbild - Bewertungsverfahren für Standortvergleich und Eingriffsermittlung. In: Fleckenstein, K. (Hrsg.): Aktuelle Probleme der Windkraft in Deutschland, S. 173-210.
- Nohl, W. (2001): Ästhetisches Erlebnis von Windkraftanlagen in der Landschaft. Empirische Untersuchung mit studentischen Gruppen. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 12/2001, S. 365-372
- Palm, A. (1998): Landschaftsschutz und Windenergienutzung im Binnenland: Beurteilung durch

- Urlauber in Mittelgebirgsregionen. Tagungsband DEWEK '98, Wilhelmshaven
- Papschik, U. (1995): Zeitgemäße Landschaftsveränderungen durch den Bau von Windkraftanlagen. Der Bau von Windkraftanlagen und Windparks im Einklang mit der Natur und Landschaft. Arzfeld
- Popp, Th. (1997): Die Möglichkeiten der Einpassung von Windkraftanlagen in das Landschaftsbild im Land Brandenburg. Diplomarbeit, Universität Potsdam
- Raum & Energie, Institut für Wirtschafts-, Regional- und Energieberatung GmbH (1992): Akzeptanz von Windkraftanlagen bei Urlaubern an der Nord- und Ostseeküste. Ergebnisbericht zur Urlauberbefragung im Sommer 1991 und 1992
- Reeker, C. (1995): Tourismus und Windenergie: Kein Gegensatz. In: Neue Energie 1 (1995), 15
- Röber, T.; Wildemann, A. (1998): Untersuchung einer Rastermethode zur Landschaftsbildbewertung im Hinblick auf Windenergieanlagen in Ostfriesland. Diplomarbeit, FH Osnabrück
- Schubert, K. (1997): Akzeptanzprobleme bei der Windkraftnutzung im stadtnahen Bereich. In der Reihe: Soziale Aspekte und Konflikte des ökologischen Umbaus der Industriegesellschaft Bd. 1 (1997), S. 81-89
- Schwirzer, S. (1994): Landschaftsverträgliche Windparks: Ein landschaftsästhetisches und ökologisches Bewertungsverfahren hilft in Hamburg bei der Standortsuche für Windenergieanlagen. In: Garten und Landschaft 8/1994, S. 31-33
- Vöringer, R. (1995): Realistische Bewertung der Landschaftsveränderung. Die Sichtbeziehungsstudie: Instrument des Landschaftseingriffs von WKA. In: Wind/Energie/Aktuell 12/1995, S. 24-25
- Weise, R., Allendorf, M. und S. Koch (2002): Windenergieanlagen im Landschaftsbild. Analyse einer Bevölkerungsumfrage in Thüringen. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 8/2002, S. 242-246
- Wetzig, O. (1995): Windkraftanlagen in der Kulturlandschaft. In: Neue Energie 6/1995, S. 18-21
- Wöbse, H.-H. (1995): Der Einfluss von Windkraftanlagen auf das Landschaftsbild im Landkreis Aurich. Im Auftrag des Landkreis Aurich.

6.4 Zum Thema: Vögel

- ARSU (2003): Langzeituntersuchung zum Konfliktthema 'Windkraft und Vögel', 2. Zwischenbericht
- Bach, L., Handke, K.; Sinning, F. (1999): Einfluss von Windenergieanlagen auf die Verteilung von Brut- und Rastvögel in Nordwest- Deutschland. Eine erste Auswertung verschiedener Untersuchungen und Kartierungen. In: Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, Band 4
- Barrios, L., Rodriguez, A. (2004): Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines In: Journal of Applied Ecology 2004, 41, S. 72–81
- Becker Dr. J., Küsters Dr. E, Ruhe W., Weitz Dr. H (1997): Gefährdungspotential für den Vogelzug unrealistisch. Eine Erwiderung zum Beitrag von B. Koop Vogelzug und Windenergieplanung, Beispiele für Auswirkungen aus dem Kreis Plön. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 10/1997, S. 314-315
- Bergen F. (2001a): Untersuchung zum Einfluss der Errichtung und des Betriebes von Windenergieanlagen auf Vögel im Binnenland, Dissertation Ruhr-Universität, Bochum
- Bergen F. (2001b): Windkraftanlagen und Frühjahrdurchzug des Kiebitz: eine Vorher / Nachher-Studie an einem traditionellen Rastplatz in Nordrhein-Westfalen. In: Vogelkundliche Berichte Niedersachsen 33, S. 89-96
- Bergen F. (2001c): Einfluss von Windenergieanlagen auf die Raum-Zeitnutzung von Greifvögeln. IN: Bundesweite Fachtagung zum Thema "Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes", am 29.und 30. November 2001 in der Technischen Universität Berlin.
- Bergerhausen W. (2004): Immer häufiger Uhus tot unter Windkraftanlagen, Kurzbeitrag. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 01 / 2004, S. 26f
- Berthold, P. (2000): Dr Vogelzug, Eine kurze aktuelle Gesamtübersicht. Wiesbaden
- Brauneis W., Hutmacher, W., Ossig, H. (1999): Der Einfluss von Windkraftanlagen auf die Avifauna am Beispiel der 'Solzer Höhen' bei Bebra-Solz im Landkreis Hersfeld-Rotenburg. In: Jahrbuch Naturschutz in Hessen 4, S. 127-133.
- Breuer, W., Südbeck P. (1999): Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Vögel - Mindestabstände von Windkraftanlagen zum Schutz bedeutender Lebensräume. In: Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, 4, S. 152 - 160
- Buurma Luit (2000): Vogelflugaktivitäten im Flughafenumfeld - ein kritischer Faktor bei der Vogelschlagverhütung. In: Vogel und Luftverkehr 20, S. 53-63
- Claussager L., Nohr H. (1995): Einfluss von WKA auf Vögel. Status über Wissen und Perspektiven. Fachbericht des DMU Nr. 147, 1995 (Umwelt- und Energieministerium Dänemark)
- Clemens, Th.; Lammen, Ch. (1994): Windkraftanlagen und Rastplätze von Küstenvögeln - ein Nutzungskonflikt. Schriftenreihe Schutzgem. Deutsche Nordsee. Kolloquium "Einflüsse des Menschen auf Küstenvögel", S. 109-126
- Clemens, Th.; Lammen, Ch.(1995): Windkraftanlagen und Rastplätze von Küstenvögeln - ein Nutzungskonflikt. IN: Seevögel 16, H. 2, S. 34-38

- Clemens, Th.; Pieper, W.; Hartwig, E. (1995): Ornithologische Untersuchungen zu Interaktionen und Rast beim Bau und Betrieb eines Windparks am Beispiel "Paddingbüttel"/Landkreis Cuxhaven (Endbericht). Münden/Aller: Unveröff. Bericht des INUF Institut für Umweltforschung im Auftrage des Ingenieurbüro Rennert,
- De Lucas, M., Janss G. F.E., Ferrer, M. (2004): The effects of a wind farm on birds in a migration point: the Strait of Gibraltar. In: Biodiversity and Conservation 13: 395–407, 2004.
- Dürr, T. (2001): Verluste von Vögeln und Fledermäusen durch Windkraftanlagen in Brandenburg. In: Otis 2001, S. 123-126.
- Dürr, T. / Staatliche Vogelschutzwarte Brandenburg (2004): Vögel als Anflugopfer an Windenergieanlagen in Deutschland - ein Einblick in die bundesweite Fundkartei.
- Eickhoff E. (1999): Zum Einfluss moderner Windkraftanlagen auf das Verhalten und die Raumnutzung der Feldlerche im Windpark bei Effeln/Drewer, Kreis Soest, Diplom-Arbeit Ruhr-Universität, Bochum
- Ehrlinger, Martin & Bahram Gharadjedaghi (2001): Ornithologische Studie zu den Auswirkungen des Windparks bei Nitzschka (Lkr. Altenburger Land). In: Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen, 38, Heft 3/2001, S. 73-83
- Exo, K.M. (2001): Richtigstellung: Windkraftanlagen und Vogelschutz. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 33. 2001, Heft 10, S. 323.
- Exo, K.M., Hüppop O., Garthe S. (2002): Offshore-Windenergieanlagen und Vogelschutz. IN: Seevögel, Band 23, Haft 4, S. 83-95
- Freude, M. (2004): Windkraftnutzung und Vogelschlag - ein unterschätztes Problem, 3-seitige Darstellung und Bewertung der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogel-schutzwarte im Landesumweltamt Brandenburg, Stand 18.08.2004, veröffentlicht: <http://212.227.150.196/umweltschutznews/newspro/viewnews.cgi?newsid109407600,79284>
- Gassmann H., Glasner W. (1995): Abschätzung möglicher Beeinflussung der Vogelwelt durch Bau und Betrieb von Windkraftanlagen im Bereich der Stadt Aachen. unveröffentl. Gutachten Umweltamt Aachen
- Gerjets, D.(1999): Annäherung wiesenbrütender Vögel an Windkraftanlagen - Ergebnisse einer Brutvogeluntersuchung im Nahbereich des Windparks Dochtersen. In: Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 4, S. 45-52.
- Handke K. (2000): Vögel und Windkraft im Nordwesten Deutschlands. Eine Zustandsbeschreibung - Anforderungen an ornithologische Untersuchungen. In: LÖBF-Mitteilungen 2000 (2), S. 47-55
- Handke K., Handke P., Menke K. (1999): Ornithologische Bestandsaufnahme im Bereich des Windparks Cuxhaven in Nordholz 1996/97. In: Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 4 S. 71-80
- Hinsch, C. (1996): Auswirkungen von Windenergieanlagen auf die Avifauna. In: Neue Energie 5
- Hötker, H., Thomsen, K.-M., Köster, H. (2004): Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel - Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von

- regenerativen Energiegewinnungsformen. Gefördert vom BfN, Nr. Z1.3-684 11-5/03. Bericht für die projektbegleitende Arbeitsgruppe am 05.10.04 in Berlin, 27. September 2004.
- Hülsmann, S. (1995): Analyse des Gefährdungspotentials Vögel durch Windkraftanlagen im Kreis Plön. unveröff. Gutachten, Kreis Plön., 19 S.
- Isselbacher K., Isselbacher T. (2001): Vogelschutz und Windenergie in Rheinland-Pfalz - Gutachten zur Ermittlung definierter Lebensraumfunktionen bestimmter Vogelarten (Vogelbrut, -rast- und -zuggebiete) in zur Errichtung von Windkraftanlagen geeigneten Bereichen von Rheinland-Pfalz. Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz Materialien 2/2001
- Jeane, J.; Kruckenberg, H. (1997a): Untersuchung zum Bestand und zur Raumnutzung überwinternder Gänse, Schwäne und Pfeifenten im Rheiderland (Landkreis Leer) als Grundlage für eine Beurteilung von Fraßschäden auf landwirtschaftlichen Nutzflächen. Unveröffentl. Gutachten im Auftrag des NLÖ Niedersachsen.
- Jeane, J.; Kruckenberg, H. (1997b): Ab jetzt geht's rund - Einfluss einer Windenergieanlage auf ein Gänserastgebiet. Proc. Deutsche Ornithologen-Gesellschaft (DO-G) 130. Jahreshauptversammlung Neubrandenburg., 117 S.
- Jeane, J.; Kruckenberg, H. (2001): Auswirkung eines Windparks auf die Raumnutzung nahrungssuchender Blessgänse - Ergebnisse eines Monitoringprojektes mit Hinweisen auf ökoethologischen Forschungsbedarf. In: Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen 33 / 2001 S. 103-110
- Jellmann J. (1979): Flughöhen ziehender Vögel in Nordwestdeutschland nach Radarmessungen. In: Vogelwarte 34, S. 118-134
- Jellmann J. (1989): Radarmessungen zur Höhe des nächtlichen Vogelzuges über Norddeutschland im Frühjahr und im Hochsommer. In: Vogelwarte 35, S. 59-63
- Kaatz J. (2001): Artenzusammensetzung und Dominanzverhältnisse einer Heckenbrütergemeinschaft im Windfeld Nackel. IN: Bundesweite Fachtagung zum Thema "Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes", am 29. und 30. November 2001 in der Technischen Universität Berlin.
- Karlsson, J. (1983): Birds and wind power. (Teknisk rapport Ne/Vind-83/17. Projektnummer 5061.432 Faglestudie LU), Ekologihuset 223-62, Lund, Sweden.
- Kersten G. (1996): Windenergie und Naturschutz. In: NNA-Berichte 9 / 1996, Heft 3, S. 16-17
- Ketzenberg, Ch.; Exo, K.-M. (1997): Windenergieanlagen und Raumansprüche von Küstenvögeln (Wind Turbines and Spatial Requirements of Coastal Birds). In: Natur und Landschaft Bd. 72 (7), S. 352-256
- Ketzenberg Chr., Exo K.M., Reichenbach M, Castor M. (2002) Einfluss von Windenergieanlagen auf Brutvögel des Offenlandes. In: Natur und Landschaft 77 / 2002, S. 144-153
- Kleinschmidt V., Schauerte-Lücke N., Bergmann R. (1994): Rahmenkonzept für Windkraftanlagen und -parks im Binnenland - Ein Beispiel aus Nordrhein-Westfalen. In: Natur und Landschaft 1 / 1994, S. 9-18
- Koop B. (1997a): Vogelzug und Windenergieplanung. Beispiele für Auswirkungen aus dem Kreis Plön (Schleswig-Holstein) (Bird Migration and Wind Energy Planning. Examples

- for Effects from the Regional District of Ploen (Schleswig-Holstein), In: Naturschutz und Landschaftsplanung 7 / 1997, S. 202-207
- Koop B. (1997b): "Nicht von der Küstensituation auf das Binnenland schließen" (Diskussionsbeitrag von Koop 1997a). In: Naturschutz und Landschaftsplanung 9 / 1997, S. 315-316
- Koop B. (1999): Windkraftanlagen und Vogelzug im Kreis Plön. In: Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 4, S. 25-32
- Kowallik Chr., Borbach-Jaene J. (2001): Windräder als Vogelscheuchen? Über den Einfluss der Windkraftnutzung in Gänse- und Kranenrastgebieten an der nordwestdeutschen Küste. In: Vogelkundliche Berichte 33, S. 97-102
- Kriedemann K., Mewes W., Günther V. (2003): Bewertung des Konfliktpotenzials zwischen Windenergieanlagen und Nahrungsräumen des Kranichs - Beispiel am Sammel- und Rastplatz Langenhägener Seewiesen in Mecklenburg-Vorpommern. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 5 / 2003, S. 143-149
- Kruckenbergh, H. (1999); Zum Einfluss eines Windparks auf die Verteilung weidender Blessgänse im Rheiderland (Landkreis Leer, Niedersachsen). In: Natur und Landschaft 10 / 1999, S. 420-427
- Lammen, Ch.; Hartwig, E. (1994): Vogelschlag an einem Sendemast auf Sylt. Ein Vergleich zu Windkraftanlagen. In: Seevögel (Z. Ver. Jordsand) 1 / 1994, S. 1-4
- Langston RHW, Pullan JD, for BirdLife International on behalf of the Bern Convention (2002): Wind Farms and Birds: An analysis of the effects of wind farms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues
- Langston RHW, Pullan JD, for BirdLife International on behalf of the Bern Convention (2003): Wind Farms and Birds: An analysis of the effects of wind farms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues
- Larsen, J.K., Madsen, J. (2000): Effects of Wind Turbines and other Physical Elements on Field Utilization by Pink-Footed Geese (*Anser brachyrhynchus*). In: Landscape Perspective. - Landscape Ecology 15: 755-764.
- Leddy, K. L., Higgins, K. F. & Naugle, D. E. (1999). Effects of Wind Turbines on Upland Nesting Birds in Conservation Reserve Program Grasslands. *Wilson Bull.* 111:100 - 104.
- Loske K.-H. (2000): Verteilung von Feldlerchenrevieren im Umfeld von Windkraftanlagen - ein Beispiel aus der Paderborner Hochfläche. In: Charadrius 36, S. 36-42
- Luke, A.; Hosmer, A.W.; Harrison, L. (1994): Bird deaths prompt rethink an wind farming un Spain. *Windpower Monthly* 2, S. 14-16, 1994
- Menzel C. (2001): Rebhuhn und Rabenkrähe im Bereich von Windkraftanlagen in norddeutschen Binnenland. In: Bundesweite Fachtagung zum Thema "Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes", am 29. und 30. November 2001 in der Technischen Universität Berlin.
- Müller, A., Illner H. (2001): Beeinflussen Windenergieanlagen die Verteilung rufender Wachtelkönige und Wachteln? In: Bundesweite Fachtagung zum Thema "Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes", am 29. und 30. November 2001 in der Technischen Universität Berlin.

- Pedersen, M.-B.; Poulsen, E. (1991): Impact of a 90 m/2 MW wind turbine on birds. Avian responses to the implementation of the Tjaereborg Wind Turbine at the Danisch Wadden Sea, Rønde: Miljøministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Flora -og Faunaøkologi 1991. In: Danske Vildtundersøgelser, H. 47
- Percival S.M. (2000): Birds and wind turbines. In: British Wildlife 12 (1): S. 8 - 15
- Rehfeldt K., Gerdes G.J., Schreiber M. (2001): Weiterer Ausbau der Windenergienutzung im Hinblick auf den Klimaschutz - Teil 1. Bericht für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Vorhaben 99946101, Deutsches Windenergieinstitut, Wilhelmshaven.
- Reichenbach M. (1999): Der Streit um die Vogelscheuchen - ein Kampf gegen Windmühlen? In: Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 4, S. 15-23
- Reichenbach M., Schadek U. (2001): Langzeituntersuchung zum Konfliktthema 'Windkraft und Vögel', 1. Zwischenbericht. Gutachten im Auftrag des Bundesverbandes Windenergie.
- Reichenbach M. (2001): Windenergie und Wiesenbrüter - wie empfindlich sind die Offenlandbrüter? In: Bundesweite Fachtagung zum Thema "Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes", am 29. und 30. November 2001 in der Technischen Universität Berlin.
- Richardson, W.J. (2000): Bird Migration and Wind Turbines: Migration Timing, Flight Behaviour, and Collision Risk. In: PNAWPPM-III, S. 132-140.
- Richarz K. (2001): Erfahrungen zur Problembewältigung des Konfliktes Windkraftanlagen - Vogelschutz aus Hessen Rheinland-Pfalz und Saarland. In Bundesweite Fachtagung zum Thema "Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes", am 29. und 30. November 2001 in der Technischen Universität Berlin.
- Scherner E.R. (1999): Windkraftanlagen und 'wertgebende Vogelbestände' bei Bremerhaven: Realität oder Realsatire? In: Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens 4 / 1999, S. 133-139
- Schmal + Ratzbor (2003): Gastvogelschutzprogramm Monitoring 2001 - 2003 im Bereich Emden - Rysum, *Zwischenbericht III*, unveröffentlichtes Gutachten, Emden
- Schmal + Ratzbor (2002): Erfassung und Bewertung des Brutvogelbestandes der Kompensationsflächen des Niedersächsischen Hafenamtes Emden (sogenannte "Kleipütten") im Wybelsumer Polder 2002, unveröffentlichtes Gutachten, Emden
- Schreiber, M. (1993): Windkraftanlagen und Watvogel-Rastplätze - Störungen und Rastplatzwahl von Brachvogel und Goldregenpfeifer. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 25 (1993), H. 4, S. 133.139
- Schreiber, M. (1993b): Zum Einfluss von Störungen auf die Rastplätze von Watvogel. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 5 / 1993, S. 161-169
- Schreiber, M. (1995): Vogelschutz contra Windkraftnutzung. In: Neue Energie 9 (1995), S. 9-12
- Schreiber, M. (1998): Windkraftanlagen als Störquelle für Gastvögel. - Gutachten des Büros für Umweltplanung Schreiber, Bramsche. unveröffentl. Gutachten im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz.
- Schreiber M. (2001): Einfluss von Windenergieanlagen auf Rastvögel und Konsequenzen für EU-Vogelschutzgebiete. In: Bundesweite Fachtagung zum Thema "Windenergie und

- Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes", am 29.und 30.November 2001 in der Technischen Universität Berlin.
- Sinning, Frank (2001): Belange der Avifauna in Windparkplanungen - Theorie und Praxis anhand von Beispielen. In: Bundesweite Fachtagung zum Thema "Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes", am 29.und 30.November 2001 in der Technischen Universität Berlin.
- Sprötge M. (2001): Vom Regionalplan zur Baugenehmigung - 'Vögel zwischen allen Mühlen'. In: Bundesweite Fachtagung zum Thema "Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes", am 29.und 30.November 2001 in der Technischen Universität Berlin.
- Staatliche Vogelschutzbehörde, LUA Brandenburg (2004): Vogelverluste an WEA in Deutschland und Europa. Zusammenstellung T. Dürr ab 1990, Stand 07.07.2004)
- Still, D.; Little, B.; Lawrence, S. G.(1994): The birds of Blyth Harbour. -Wind energy conversion: 16th BWEA conference, Sterling, 15-17 June 1994.- London: MEP, 1994. S. 241-248
- Still, D., Little, B. & Lawrence, S. (1996) The Effect of Wind Turbines on the Bird Population at Blyth Harbour, Northumberland ETSU W/13/00394/REP
- Still, D.; Painter, S.; Lawrence, E. S.: Birds, wind farms, and Blyth Harbour. - Wind energy conversion: 18th BWEA conference, Exter, 25-27 Sept. 1996. - Bury St Edmunds (u.a.): MEP, 1997. S.175-183
- Thomas, R. (1999) Renewable Energy and Environmental Impacts in the UK: Birds and Wind Turbines. Unpubl. Mres Thesis, University College London
- van den Bergh, L.M.J., Spaans, A.L. & van Swelm, N.D. (2002): Lijnopstellingen van windturbines geen barriere voor voedselvluchten van meeuwen en sterns in de broedtijd. *Limosa* 75:25-32.
- Vauk, G. (1990): Biologisch-ökologische Begleituntersuchungen zum Bau und Betrieb von Windkraftanlagen. Endbericht. In der Reihe: NNA-Berichte, 3. Jg., Sonderheft.
- Vauk-Hentzelt E, Ihde, S. (1999): Vogelschutz und Windenergie. Konflikte, Lösungsmöglichkeiten und Visionen. Bericht im Auftrag des Bundesverband Windenergie e.V., Osnabrück
- Verein Sächsischer Ornithologen e.V.: Biologisch-ökologische Begleituntersuchungen im und am Windfeld Hirtstein der Gemarkung Satzung unter besonderer Berücksichtigung der Vögel. Chemnitz: Staatliches Umweltfachamt Chemnitz 1993
- Vizcaino, F. R.: Environmental impact of Spanish wind farm an birds. - EWEC'97: 06-09 Oct. 1997, Dublin, Ireland. -Dublin: IWEA, 1998. S. 137-138
- Walter G., Brux H. (1999): Erste Ergebnisse eines dreijährigen Brut- und Gastvogelmonitorings (1994-97) im Einzugsbereich von 2 Windparks im Landkreis Cuxhaven. In: Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 4, S. 81-106
- Winkelbrandt A., Bless R., Herbert M., Kröger K., Merck T., Netz.Gerten B., Schiller J., Schubert S., Schweppe-Kraft U. (2000): Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz zu naturschutzverträglichen Windkraftanlagen, Münster
- Winkelman J. E. (1992): The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr.), The Netherlands, on birds, 1. collisionvictim, 2. nocturnal collision risks, 3. flight behaviour

during daylight, 4. disturbance. Arnhem

Winkelman, J. E. (1995): Bird/Wind Turbine Investigations in Europe. Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting, Denver, Colorado, 20-21 July 1994, 43-121 (+Appendix).

www.yes2wind.com/birds_debunk.html (08.09.2004), Internetaktion seitens des WWF, Friends of the Earth, Greenpeace England

6.5 Zum Thema: Sonstige Tiere

Bach, L., Brinkmann R., Limpens H. J. G. A., Rahmel U., Reichenbach M., Roschen A. (1999): Bewertung und planerische Umsetzung von Fledermausdaten im Rahmen der Windkraftplanung. In: Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, Band 4, S. 165-172

Bach, L. (2001): Fledermäuse und Windenergienutzung - reale Probleme oder Einbildung? In: Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen - Verhaltensanpassungen an menschlichen Einfluss und Grenzen, Band 33, H. 2, März 2001

Bach, L. (2002): Eingriffsregelung Fledermäuse Windparkplanung Bütlingen erstellt im Auftrag des H & M Ingenieurbüro GmbH, September 2002

Boye, P., R. Hutterer & H. Behnke (1998): Rote Liste der Säugetiere (Mammalie). In: Bundesamt für Naturschutz (Hg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. - Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 55, S. 33-39.

Dzudzek, W.; Kauwling, St.(2001): Konfliktfelder Wild und Windenergie in NRW. - Einfluss von Windenergieanlagen auf das Verhalten und die Raumnutzung freilebender Tiere - Landesweite Erfassung und Bewertung von potenziellen Konfliktgebieten. Studie erstellt im Auftrag des Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten Nordrhein-Westfalen

Holderied, Marc (2001): Akustische Flugbahnverfolgung von Fledermäusen: Artvergleich des Verhaltens beim Suchflug und Richtcharakteristik der Schallabstrahlung. Den Naturwissenschaftlichen Fakultäten der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg zur Erlangung des Doktorgrades.

Infobrief, Ausgabe 02/2003. [Http://www.fledermausschutz.de/index_382.html](http://www.fledermausschutz.de/index_382.html)

Institut für Tierökologie und Naturbildung [2003]: Gutachterliche Stellungnahme zum Einfluss von Windenergieanlagen auf Fledermäuse. Bearbeiter: Markus Dietz unter Mitarbeit von Lothar Bach, im Auftrag des Landratsamtes Bautzen.

Köpke, Ralf: 413 Pferde können nicht irren. Das erste empirische Gutachten zeigt, dass Windturbinen keine nachweisbaren Einflüsse auf das Verhalten von Pferden haben. In: Neue Energie 13. Jg. 2004, Heft 3, S. 40-41

Neuweiler, Gerhard (1993): Biologie der Fledermäuse. Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York

NNA - Norddeutsche Naturschutzakademie (Hrsg.) (1990): Biologisch-ökologische Begleituntersuchungen zum Bau und Betrieb von Windkraftanlagen. NNA-Berichte 3

Rahmel, U., Bach, L., Brinkmann, R., Dense, C., Limpens, H., Mäscher, G., Reichenbach, M. und A. Roschen: Windkraftplanung und Fledermäuse - Konfliktfelder und Hinweise

zur Erfassungsmethode. In: Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, Band 4 (1999), S. 155-161

Schröder, Tim: Ultraschallemissionen von Windenergieanlagen. Eine Untersuchung verschiedener Windenergieanlagen in Niedersachsen und Schleswig-Holstein. Unveröff. Studie im Auftrag des NABU, LV Niedersachsen. Bremervörde 1997.

Siemers, Björn & Nill, Dietmar (2002): Fledermäuse. Das Praxisbuch

TiHo Hannover 2003: <http://www.tiho-hannover.de/einricht/wildtier/windkraft.htm>

Trapp, Hendrik, Fabian, Dorit, Förster, Friedhard und Olaf Zinke: Fledermausverluste in einem Windpark der Oberlausitz. In: Naturschutzarbeit in Sachsen, 44. Jg. 2002, S. 53-56.

Anhang 1

Vorgaben der Bundesländer zur Standortsteuerung

	Baden-Württemberg	Bayern	Brandenburg
Landes- und Regionalplanung			
Definition Raumbedeutsamkeit	- Beurteilung im Einzelfall (1.2)	- Beurteilung im Einzelfall (2.4)	- Einzelanlagen ab 35 m Gesamthöhe (3.3) - Beurteilung im Einzelfall (3.7)
Steuerung raumbedeutsamer Vorhaben	- Festlegung von Vorranggebieten mit Ausschlusswirkung (1.2)	- evtl. Festlegung von Vorbehaltsgebieten (2.4)	- Festlegung von Eignungsgebieten (3.3)
Regionalplanerische Kriterien für die Ausweisung (ohne wirtschaftliche Kriterien):			
Eignungsbereiche			- Flächen mit einer Vorbelastung (gewerbliche Anlagen, Halden etc.) (3.2) - i.d.R. ein Mindestabstand von 5 km zwischen den Gebieten (3.7)
Ausschluss- / Tabubereiche		- <i>Gebiete mit einem sehr empfindlichen Landschaftsbild (2.1, Fachgutachten)</i>	- Grünzäsuren gemäß LEPeV und potent. Grünzäsur der Regionalplanung (3.7) - Ökologisch wirksames Freiraumverbundsystem (öwF) gem. LEPGR-Entwurf (3.7) - Vorranggebiete sowie § 16 LWaldG gem. forstwirtschaftl. Rahmenplanung (3.7) - Vorsorgegebiete gem. forstwirtschaftl. Rahmenplanung (3.7) - Vorranggebiet Rohstoffsicherung Steine und Erden der Regionalplanung (3.7) - Gebiete mit besonderer Bedeutung Wasserwirtschaft, Überschwemmungsgebiete / Flutungspolder der Regionalplanung
Restriktionsbereiche		- <i>Auswirkungen auf das Landschaftsbild (2.1, Fachgutachten)</i> - <i>landschaftliches Vorbehaltsgebiet (2.1, Fachgutachten)</i>	- regional bedeutende Kulturlandschaftsräume (3.7) - herausragende Sichtachsen (SAG Freiraumgutachten, LRP der Landkreise) (3.7) - Vorbehaltsgebiete Rohstoffsicherung Steine / Erden der Regionalplanung (3.7) - Vorbehaltsgebiet Natur und Landschaft nach Landschaftsrahmenplanung, Landschaftsräume mit regionaler Bedeutung für Fremdenverkehr / Erholung der Regionalplanung, sofern nicht NP oder als Schutzgebiet gesichert (3.7)
Abstandsflächen			- Einzelfallbewertung bei allen Ausschlussgebieten (3.7)

	Baden-Württemberg	Bayern	Brandenburg
Naturschutzrecht			
Ausschlussgebiete	<ul style="list-style-type: none"> - EU-Vogelschutzgebiet mit hoher Empfindlichkeit gegenüber Windkraftanlagen (1.3) - bestehende + geplante NSG (1.2/1.3) - bestehende + geplante flächenhafte Naturdenkmale (1.2) - besonders geschützte Biotope > 5 ha, wenn es durch WEA erheblich beeinträchtigt werden kann (1.3) - Waldbiotope (1.3) - Bann- und Schonwald (1.3) - Albrauf (Bereich der vorderen Kammlinie) (1.2) - überregional bis internat. bedeutsame Zugkorridore, Rastplätze und Überwinterungsgebiete bes. geschützter Vogelarten (1.3) - Nachweislicher Brutplatz und Lebensraum (Revier) bes. geschützter und störungsempfindlicher Vogelarten, insb. größere Offenlandarten - Horststandorte (stark) gefährdeter Greifvogelarten - Lebensräume (inkl. Randzonen) mit vorrangiger Wertigkeit und Funktion für: <ul style="list-style-type: none"> Spez. Artenschutz Flora (s. RL Farn- + Blütenpflanzen BW, Status 1 und 2) Spez. Vegetationsschutz (Biotoptypen bes. Empfindlichkeit, s. 1.2, S. 84) Spez. Gewässerschutz (Kleingewässer, bes. naturnahe Fließgewässer) 	<ul style="list-style-type: none"> - Feuchtgebiete (Ramsar) (2.1 + 2.3) - EU - Vogelschutzgebiete (2.3) - Kern- und Pflegezonen in Biosphärenreservaten (2.3) - NSG (2.1 - 2.3) - Nationalparke (2.1 - 2.3) - LSG in Naturparken (2.3) - Wiesenbrütergebiete (2.3) - Flugkorridore von Zugvögeln (2.3) - Habitate von Großvögeln (2.3) - Habitate von gefährdeten Arten (2.3) <p><i>ausschließlich im Fachgutachten empfohlen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Feuchtfleichen, Mager- und Trockenstandorte (2.1, Fachgutachten)</i> - <i>Important Bird Areas (IBA) (2.1, Fachgutachten)</i> - <i>Vernetzungsbereiche zw. empfindlichen Biotopen (2.1, Fachgutachten)</i> - <i>Feuchtgebiete oder sonstige großflächige Areale, die als Vogeldurchzugs-, Rast-, Nahrungs- und Brutgebiete eine regionale bis überregionale Bedeutung besitzen (2.1, Fachgutachten)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Feuchtgebiete (Ramsar) (3.2) - gemeldete Schutzgebiete der FFH-Richtlinie, darunter SPA's (Natura 2000-Gebiete) (3.2) - Biosphärenreservate, Zone III + IV (3.2) - NSG (3.2) - Nationalpark (3.2) - LSG (3.2) - Flächennaturdenkmale > 10 ha (3.7) - geschützte Landschaftsbestandteile > 10 ha (3.7) - geschützte Biotope (3.7) - Alleen (3.7) - Rast- und Sammelpplätze sowie Brutgebiete gefährdeter Großvogelarten, Brutgebiete gefährdeter Wiesenbrüter gem. Artenschutzprogramm, Überwinterungsgebiete von Zugvögeln gem. LRP bzw. LaPro (3.7) - Großtrappeneinstandsgebiete (3.2) - regionale bedeutsame markante landschaftsprägende Hangkanten und Kuppen in der Region (3.7) - sensible Fließgewässer (nach LUA, Abt. N) (3.7)
Restriktionsgebiete	<ul style="list-style-type: none"> - EU-Vogelschutzgebiet (soweit nicht Ausschlusskriterium) und FFH-Gebiete, sofern die Erhaltungs- und Entwicklungsziele des jeweiligen Gebiets erheblich beeinträchtigt werden können (1.3) - LSG und Naturparke (1.2) - besonders geschützte Biotope, soweit nicht Ausschlusskriterium (1.3) 	<ul style="list-style-type: none"> - FFH - Gebiete (Ausschluss, wenn störungsempfindliche Vögel zum charakteristischen Arteninventar meldebegründender Lebensraumtypen gehören) (2.3) - LSG außerhalb von Naturparken (2.3) - Naturparke (2.1 + 2.3) - Naturdenkmäler (2.3) 	<ul style="list-style-type: none"> - Gebiete mit hochwertigem Landschaftsbild (3.2) - Naturparks soweit nicht als Schutzgebiet festgesetzt (3.2) - Brutgebiete gefährdeter Wiesenbrüterarten gemäß Fachkonzeption Artenschutzprogramm (3.2) - Vorkommen bedrohter, an störungsarme

	Baden-Württemberg	Bayern	Brandenburg
	<ul style="list-style-type: none"> - Landschaftlich sensible und sichtexponierte Räume (1.3) - Überregional bedeutsame naturnahe unzerschnittene Landschaftsräume gem. Landschaftsrahmenprogramm BW (1.2, S. 91) 	<ul style="list-style-type: none"> - Landschaftsbestandteile und Grünbestände (2.3) - <i>in der Planung befindlichen Schutzgebiete (2.1, Fachgutachten)</i> - <i>Entwicklungszone eines Biosphärenreservat (2.1, Fachgutachten)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Räume gebundene Großvogelarten gemäß Fachkonzeption Artenschutzprogramm (3.2) - Rastzentren (Kraniche, Gänsearten) (3.2) - Bereiche innerhalb von LSG mit einer weniger hochwertigen Naturausstattung, insbesondere solche mit einer Vorbelastung (3.2)
<p>Abstandsflächen, unterschieden in Ausschlussabstand = A, Restriktionsabstand = R</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 1000 m EU-Vogelschutzgebiet mit hoher Empfindlichkeit gegenüber WEA (1.3) (A) - 200 m NSG (1.3) (A) - 200 m Naturdenkmale (1.1) (A) - 200 m bzw. 500 m flächenhafte Naturdenkmale (1.1) (R) - 200 m besonders geschützte Biotop (1.1) (R) - 200 m Waldbiotop (1.3) (A) - 200 m Bann- und Schonwald (1.3) (A) - 500 bis 800 m bzw. Anlagenhöhe x 10 internationale bis überregional bedeutsame Zugkorridore, Rastplätze und Überwinterungsgebiete bes. geschützter Vogelarten (1.3) (A) - 500 m bzw. artabhängig nachweislicher Brutplatz und Lebensraum (Revier) bes. geschützter und strömungsempfindlicher Vogelarten (1.3) (A) - 200 m Horststandorte (stark) gefährdeter Greifvogelarten (1.3) (A) - Randzonen von Wasservogelschutzgebieten von regionaler Bedeutung (1.2) 	<ul style="list-style-type: none"> - 400 m um <i>Wiesenbrütergebiet (2.1, Fachgutachten)</i> (A) 	<ul style="list-style-type: none"> - 1000 m Feuchtgebiete internationaler Bedeutung (3.5) (A) - 1000 m gemeldete Schutzgebiete der FFH-Richtlinie (3.5) (A) - 1000 m Vorkommen bedrohter, an strömungsarme Räume gebundener Großvogelarten gem. Fachkonzeption Artenschutzprogramm und SPA-Gebiete (3.7) (A) - 1000 m NSG (3.2) (A) - 1000 m Nationalpark (3.5) (A) - Einzelfallbewertung LSG (3.7) (R) - 500 m Flächennaturdenkmale > 10 ha (3.7) (A) - 500 m geschützte Landschaftsbestandteile (3.2) (R) - 200 m geschützte Biotop (3.7) (A) - Einzelfallbewertung Alleen (3.7) (R) - 500 m bzw. Einzelfallbewertung bei besonders markanten landschaftsprägenden Hangkanten und Kuppen (3.2) (R) - 1000 m Brut- und Rastgebiete gefährdeter Vogelarten, Rast- und Überwinterungsgebiete von Zugvögeln (3.2) (R)
Bauordnungsrecht			
Grenzabstand			<ul style="list-style-type: none"> - h ≈ Gesamthöhe, Berechnung siehe Anlage 1 (3.8) - 0,4 * h (3.8) - 0,25 * h, Sondergebiet Windpark (3.8)
Abstände zu Bebauung	<ul style="list-style-type: none"> - 700 m Siedlungs- und Wohngebiete - 450 m Einzelhäuser und Siedlungssplitter 		<ul style="list-style-type: none"> - 500 m Siedlungsgebiete (außer festgesetzte GE und GI, einschl. Feriendörfer und

	Baden-Württemberg	Bayern	Brandenburg
	- 700 m Siedlung mit Erholungs- / Fremdenverkehrsfunktion (alles: 1.3)		Campingplätze (3.7)
Abstände zu Leitungstrassen		- 50 m - 200 m Hochspannungsleitungen (ab 110 kV) (2.1)	- Einzelfallbewertung (3.7)
Sonstige Rechtsgebiete			
Wasserrecht	- Gewässerrandstreifen: im Außenbereich 10 m, im Innenbereich mind. 5 m (1.2) - größerer Sicherheitsabstand "naturnahe Fließgewässer" (LfU BW, MU, 1995) (1.2) Ausschluss: Wasserschutzgebiet Zone I (1.3) Restriktion: Wasserschutzgebiet, Zone II (1.3)	- Abstand: 40 m - 100 m Wasserstraßen (2.1)	- Abstand: 500 m bzw. Einzelfallbewertung bei stehenden Gewässern und Gewässern 1. Ordnung (3.2)
Landesstraßenrecht	- Abstand für Anbauverbot: Bundes-Landstraßen 20 m, Kreisstraßen 15 m (1.2) - Abstand für Anbaubeschränkung: Bundes-Landstraßen 40 m, Kreisstraßen 30 m (1.2)	- <i>Abstand für Anbauverbot: Staatsstraßen 20 m, Kreisstraßen 15 m (2.1, Fachgutachten)</i> - <i>Abstand für Anbaubeschränkungen: Staatsstraßen 40 m, Kreisstraßen 30 m (2.1, Fachgutachten)</i>	- Abstand für Anbauverbot: Land- und Kreisstraßen 20 m (BbgStrG) - Abstand für Anbaubeschränkung: Land und Kreisstraßen 40 m (BbgStrG)
Denkmalschutzrecht	- Ausschluss: Grabungsschutzgebiet (1.3) - Restriktion: Kulturdenkmäler und Umgebungsschutz bei Kulturdenkmälern von besonderer Bedeutung (1.3)		- 1000 m Abstand zu Denkmalbereichen der Parkanlage gem. § 11 sowie Umgebungsschutz eines Denkmals (3.7) - Restriktion: Grabungsschutzgebiet (3.7)

	Hessen	Mecklenburg-Vorpommern	Niedersachsen
Landes- und Regionalplanung			
Definition Raumbedeutsamkeit		- ab einer Gesamthöhe über 35 m (5.4) - evtl. kleinere Anlagen an landschaftlich bes. wertvollen Standorten (5.4)	
Steuerung raumbedeutsamer Vorhaben	- Festlegung von Vorranggebieten (4.3 - 4.5)	- Festlegung von Eignungsgebieten (5.4)	- Festlegung von Vorrang- oder Eignungsgebieten (6.5)
Regionalplanerische Kriterien für die Ausweisung (ohne wirtschaftliche Kriterien)			
Eignungsbereiche	- in bereits vorbelasteten Gebieten (4.1 - 4.5) - Nähe zu Einspeisungspunkten (4.3) - Nähe zu technischen Großstrukturen, insb. Hochspannungsleitungen (4.3) - Industrie- und Gewerbegebiete (4.3)	- <i>vorrangig solche Flächen, die mehr als 5 Einzelanlagen ermöglichen (5.2, aufgehobener Erlass)</i> - <i>bereits technisch vorbelastete Flächen (5.2, aufgehobener Erlass)</i> - <i>nur in ausgewiesenen Eignungsräumen (5.2, aufgehobener Erlass)</i> - <i>ca. 3 km zwischen Anlagengruppen mit bis zu fünf Einzelanlagen (5.2, aufgehobener Erlass)</i> - <i>ca. 5 km zwischen Windparks mit mehr als fünf Einzelanlagen (5.2, aufgehobener Erlass)</i>	- Größe der festzulegenden Standorte mind. 10 ha (6.1) - Festlegung der Windparks in möglichst naher Nachbarschaft zu anderen technischen Einrichtungen (6.1) - Standorte der Windparks nicht näher als 5 km voneinander entfernt (6.1/6.5)
Ausschluss- / Tabubereiche	- sensible Bereiche des RROPN 95 (4.3) - freizuhaltende Flächen des RROPN 95 (4.3) - Regionale Grünzüge des RROPN 95 (4.3) - Wald /Wald geplant des RROPN 95 (4.3) -Vorranggebiet Abbau/ oberflächennahe Lagerstätten des RROPN 95 (4.3) - Siedlungsbereiche, Bestand und Planung (4.4) - Bereiche für Schutz und Entwicklung von Natur und Landschaft nach RP (4.4 + 4.5)	- Gebiete, die nicht als Eignungsraum ausgewiesen sind (5.3)	
Restriktionsbereiche	- unzerschnittene/-beeinträchtigte Räume (4.3) - besondere Kulturlandschaften (4.3) - Bereiche mit Erholungseignung (4.3)		
Abstandsflächen			<i>nur im Großraum Braunschweig:</i> - 200 m Vorranggebiet für Grünlandbewirtschaftung (6.4) - 200 m Vorsorgegebiet f. Forstwirtschaft (6.4)

	Hessen	Mecklenburg-Vorpommern	Niedersachsen
Naturschutzrecht			
Ausschlussgebiete	<ul style="list-style-type: none"> - FFH-Gebiete, sofern sie insbes. dem Schutz bedrohter Vogelarten dienen, die durch WEA gefährdet würden (4.3 + 4.4) - EU-Vogelschutzgebiete (4.3 + 4.4) - NSG (4.1 - 4.5) - LSG, bei denen die Errichtung von WEA dem Schutzzweck entgegensteht (4.3 + 4.4) - Naturdenkmäler (4.3) - geschützte Biotope (4.3) - für den Biotopschutz wichtige Gebiete nach dem LRP (4.4) - sonstige Gebiete für Arten- und Biotopschutz, soweit Schutzzweck gefährdet (insbes. ornithologisch bedeutsame Bereiche) (4.3) - Waldbereiche (4.5) 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>ausgewiesene Feuchtgebiete gemäß Ramsar-Konvention (5.2, aufgehobener Erlass)</i> - <i>EU-Vogelschutzgebiete (IBA) (5.2, aufgehobener Erlass)</i> - <i>Biosphärenreservat Süd-Ost-Rügen (5.2, aufgehobener Erlass)</i> - <i>NSG (einschließlich einstweilig sichergestellte) (5.2, aufgehobener Erlass)</i> - <i>Nationalparke (5.2, aufgehobener Erlass)</i> - <i>Naturpark Schaalsee (5.2, aufgehobener Erlass)</i> - innerhalb eines Eignungsgebietes gelegene geschützte Biotope, Naturdenkmale und geschützte Landschaftsbestandteile (12.1) 	
Restriktionsgebiete	<ul style="list-style-type: none"> - in der Umgebung von NSG (4.1 + 4.2) - LSG (4.1 - 4.4) - in der Umgebung von Brut- und Wohnstätten bes. geschützter Tierarten (4.1 + 4.2) - im Bereich von Vogelzuglinien (4.1 + 4.2) - Wald und Waldvermehrungsflächen (4.4) 		
Abstandsflächen, unterschieden in Ausschlussabstand = A, Restriktionsabstand = R	<ul style="list-style-type: none"> - 200 m NSG, Einzelfallbewertung bei Gefährdung des Schutzzieles größerer Abstand (4.4) (A) - 500 m Pufferflächen bei insbes. ornithologisch bedeutsame Bereiche (4.3) (A) - 1500 m bei Kranichrastplätzen (4.3) (A) - 200 m zu Waldrändern (4.3) (A) - 500 m zu größeren offenen Wasserflächen (4.3) (A) 	<ul style="list-style-type: none"> - i.d.R. 100 m von geschützten Biotopen, Naturdenkmälern oder geschützte Landschaftsbestandteilen innerhalb eines Eignungsgebietes (5.4) (R) 	<ul style="list-style-type: none"> - 100 m Geestkanten, alte Deichlinien (6.1) (A) - 200 m stehende Gewässer über 1/2 ha Größe und Flüsse und Ströme (6.1) <i>nur im Großraum Braunschweig:</i> - 200 m NSG ausgewiesen und Voraussetzungen zur Ausweisung erfüllt (6.4) (A) - 200 m ND ausgewiesen und Voraussetzungen zur Ausweisung erfüllt (6.4) (A) - 200 m Gebiet zur Vergrößerung des Waldanteils (6.4) (A) - 500 m avifaunistisch wertvoller Bereich von mindestens lokaler Bedeutung (6.4) (A)

	Hessen	Mecklenburg-Vorpommern	Niedersachsen
Bauordnungsrecht			
Grenzabstand			
Abstände zu Bebauung	- < 200/500 - 1000 m Siedlungsabstand (4.3) - 500 m Siedlungsbereiche (4.4 + 4.5)	- 300 m Einzelhäuser und Splittersiedlungen im Außenbereich, MD und MI (5.4) - 500 m Allgemeine Wohngebiete und WS (5.4) - 600 m Reine Wohngebiete, Campingplätze und Ferienhausgebiete (5.4)	- 1000 m zu Gebieten mit Wohnbebauung (6.5)
Abstände zu Leitungstrassen		- <i>Kipphöhe der WEA, mind. jedoch 50 m Hochspannungsfreileitungen ab 20 kV (5.2, aufgehobener Erlass)</i>	
Sonstige Rechtsgebiete			
Wasserrecht		- 1000 m Küstengewässer einschließlich Bodden und Binnengewässer > 100 ha sowie der dazugehörigen Niedermoore (5.2, aufgehobener Erlass) - 800 m Fließgewässer 1. Ordnung einschließlich ihrer Niedermoore (5.2, aufgehobener Erlass) - 400 m Binnengewässer von 1 bis 100 ha einschließlich ihrer Niedermoore (5.2, aufgehobener Erlass) - 200 m Fließgewässer 2. Ordnung einschließlich ihrer Niedermoore und Binnengewässer < 1 ha (5.2, aufgehobener Erlass)	- 200 m Deich (6.1)
Landesstraßenrecht	- Abstand für Anbauverbot: Land- und Kreisstraßen 20 m (HStrG) - Abstand für Anbaubeschränkung: Land- und Kreisstraßen 40 m (HStrG)	- <i>Kipphöhe der WEA, mind. jedoch 50 m Bundesautobahnen, Bundes-, Landes- und Kreisstraßen und Bahnlinien (5.2, aufgehobener Erlass)</i>	
Denkmalschutzrecht	Ausschlusskriterien: - Umgebung wichtiger Bau-, Kultur- und Bodendenkmäler (4.3) - denkmalpflegerisch zu schützende Expositionen gem. Regionalplan (4.4) Restriktionskriterien: - Sichtflächen und -achsen von Kultur- und Naturdenkmälern sowie erhaltenswerten Orts- und Landschaftsbildern		

	Hessen	Mecklenburg-Vorpommern	Niedersachsen
	(4.3)		

	NRW	Rheinland-Pfalz	Saarland
Landes- und Regionalplanung			
Definition Raumbedeutsamkeit	- Einzelanlage raumbedeutsam wenn Gesamthöhe über 100 m - kleinere Anlagen raumbedeutsam wenn bes. Standort, bes. planerische Raumfunktion oder Summierung von Anlagen in einer Gemeinde außerhalb von Windenergiebereichen (7.1)	- Einzelanlage raumbedeutsam wenn Nabenhöhe über 35 m, darüber hinaus bei bes. Standort oder bes. Raumfunktion oder bei zu erwartenden kumulativer Wirkung (8.3)	
Steuerung raumbedeutsamer Vorhaben	- Festlegung von Bereichen mit Eignung für die Nutzung erneuerbarer Energien - hier Windenergie = Windenergiebereiche (7.1)	- Festlegung von Vorrang-, Vorbehalts- oder Eignungsgebieten für WEA von max. 70 m Nabenhöhe (8.3)	- Festlegung von Vorranggebieten mit Ausschlusswirkung (9.2)
Regionalplanerische Kriterien für die Ausweisung (ohne wirtschaftliche Kriterien)			
Eignungsbereiche	- Freiraum- und Agrarbereiche, sofern nicht der Schutz von Natur und Landschaft entgegensteht (7.1) - gewerblich und industriell genutzte Bereiche (7.1) - Abfalldeponie (nach Nutzung) (7.1) - Aufschüttungen und Ablagerungen (Halden) (7.1) - Bereich für den Abbau oberflächennaher Bodenschätze (nach Nutzung) (7.1) - Gebiete mit Windhöflichkeit (7.1) - Nähe zum öffentlichen Stromnetz (7.1)	- Eignungskriterien sind mit allen übrigen Belangen abzuwägen, leichte Erschließung durch Wege, Ausweisung: Vorranggebiete, Vorbehaltsgebiet, Eignungsgebiete (8.3)	
Ausschluss- / Tabubereiche	- Bereiche für den Schutz der Natur (7.1)	- Vorrangbereiche für Arten und Biotopschutz (8.3) - Vorrangbereiche für den Ressourcenschutz (8.3) - Vorrangbereiche für Rohstoffgewinnung (8.3)	- Vorranggebiete für Naturschutz (9.2) - Vorranggebiete für Freiraumschutz (9.2) - Vorranggebiete für Hochwasserschutz (9.2) - Vorranggebiete für Gewerbe, Industrie und Dienstleistungen (9.2) - Vorranggebiete für Forschung und Entwicklung (9.2)

	NRW	Rheinland-Pfalz	Saarland
Restriktionsbereiche	<ul style="list-style-type: none"> - Bereiche für den Schutz der Landschaft und landschaftsorientierte Erholung mit weniger hochwertigen Funktionen (7.1) - Regionale Grünzüge (7.1) - "Reservegebiete für den oberirdischen Abbau nicht energetischer Bodenschätze" WEA nur befristet (7.1) 	<ul style="list-style-type: none"> - Regionale Grünzüge, Grünzäsuren (8.3) - Vorrangbereiche f. d. Wasserwirtschaft (8.3) - Vorbehaltsbereiche f. d. Fremdenverkehr (8.3) - weitere für die Gewinnung von Rohstoffen bedeutsame Fläche (8.3) - Freiflächen zur Sicherung natürlicher Ressourcen (8.3) 	<ul style="list-style-type: none"> - Vorranggebiete für Landwirtschaft (9.2) - Vorranggebiete für Grundwasserschutz (9.2)
Abstandsflächen			
Naturschutzrecht			
Ausschlussgebiete	<ul style="list-style-type: none"> - bestehende + geplante NSG (7.1) - Nationalparke (7.1) - Naturdenkmale (7.1) - geschützte Landschaftsbestandteile (7.1) - geschützte Biotope (7.1) - nachgewiesene avifaunistisch bedeutsame Rast-, Nahrungs- und Brutplätze (7.1) 	<ul style="list-style-type: none"> - Vogelschutzgebiete gemäß EG-Vogelschutzrichtlinie einschließlich ihrer Umgebung (8.3) - Gebiete nach der FFH-Richtlinie (8.3) - bestehende + geplante (in den Reg. Raumordnungsplänen dargestellte) NSG (8.3) - Kernzonen der Naturparke (8.3) - Naturdenkmale und geschützte Landschaftsbestandteile (8.3) - geschützte Biotope (8.3) - Haupt-Vogelfluglinien (8.3) 	<ul style="list-style-type: none"> - NSG (9.1) - geschützte Landschaftsbestandteile (9.1) - schutzwürdige Biotope (9.1) - avifaunistisch wertvolle Gebiete (9.2)
Restriktionsgebiete	<ul style="list-style-type: none"> - i.d.R. international bedeutsame Feuchtgebiete gemäß RAMSAR-Konvention (7.1) - i.d.R. FFH-Gebiete (7.1) - i.d.R. Gebiete, die als FFH-Gebiete gemeldet werden müssen (7.1) - i.d.R. gemeldete EU-Vogelschutzgebiete (7.1) - i.d.R. Vogelschutzgebiete, die gemäß EG-Vogelschutzrichtlinie an die EU werden müssen (7.1) - LSG (7.1) - landschaftsschutzwürdige Flächen des Biotop-Katasters sowie für Naturparke (7.1) - Waldgebiete (7.1) 	<ul style="list-style-type: none"> - LSG (8.3) - Naturparke außerhalb der Kernzonen (8.3) - Biosphärenreservate außerhalb der Kernzonen von Naturparks (8.3) - Waldgebiete (8.3) - Landschaftsbildelemente von regionaler Bedeutung (8.3) - für die Entwicklung und Erhaltung vorgesehene Flächen der Planung vernetzter Biotopsysteme (8.3) 	<ul style="list-style-type: none"> - LSG (9.1)
Abstandsflächen, unterschieden in	<ul style="list-style-type: none"> - 200 m Feuchtgebiete gemäß Ramsar (7.1) (A) - 200 m EU-Vogelschutzgebiete und FFH- 	<ul style="list-style-type: none"> - 200 m FFH-Gebiete (8.3) (R) - 200 m bestehende + geplante NSG (8.3) (R) 	

	NRW	Rheinland-Pfalz	Saarland
Ausschlussabstand = A, Restriktionsabstand = R	Gebiete (7.1) (A) - 200 m NSG und NP (7.1) (A) - 200 m geschützte Biotop (7.1) (A) - 500 m Gebiete, die insbesondere dem Schutz bedrohter Vogelarten dienen (7.1) (A)	- 200 m geschützte Biotop (8.3) (R) - 200 m Waldflächen (8.3) (R) - 200 m Flächen zur Erhaltung oder Entwicklung i.S. der Planung vernetzter Biotopsysteme (8.3) (R) - 200 m Rote Liste Biotoptypen (8.3) (R) - 200 m Brut- und Rastplätze gefährdeter Vogelarten, empfindl. Vogellebensräumen (in begründeten Einzelfällen bis 500m) (8.3) (R)	
Bauordnungsrecht			
Grenzabstand	- Hälfte der größten Höhe ($1/2 * h$) (7.1)	- Regelabstand: Radius Rotor + ($0,4 * h$) (8.3) - Mindestabstand: Radius Rotor + ($0,25 * h$) (8.3)	
Abstände zu Bebauung	- 500 bzw. 750 m überwiegend im Ortszusammenhang liegende Wohnbebauung (je nach Himmelsrichtung) (7.1) - 300 bzw. 500 m überwiegend außerhalb des Ortszusammenhangs liegende Wohnbebauung (7.1) - 300 m Einzelgebäude und Gehöfte (7.1)	- je nach Schalleistungspegel der Gesamtanlage unterschiedlich; bei 100 dB(A) Pegel: - 725 m Reine Wohngebiete - 400 m Allg. Wohngebiete + Campingplätze - 225 m Mischgebiete	- 1000 m gegenüber den Ortslagen (9.2)
Abstände zu Leitungstrassen		- Freileitungen ab 30 kV (8.3) - ohne Schwingungsschutzmaßnahmen: 3 * Rotordurchmesser (8.3) - mit Schwingungsschutzmaßnahmen: 1 * Rotordurchmesser (8.3)	

	NRW	Rheinland-Pfalz	Saarland
Sonstige Rechtsgebiete			
Wasserrecht	<ul style="list-style-type: none"> - i.d.R. nicht in den Schutzzonen I und II von Wassergewinnungsanlagen und von Heilquellenschutzgebieten (7.1) -Ausschluss: 50 m Gewässer 1. Ordnung sowie stehende Gewässer > 5 ha (7.1) - Restriktion: Überschwemmungsbereiche 	<ul style="list-style-type: none"> - Restriktion: 40 m bei Gewässern 1. und 2. Ordnung , 10 m bei Gewässern 3. Ordnung (8.) - Ausschluss: Wasserschutzgebiete, Zone 1 (8.3) - Restriktion: Wasserschutzgebiete, Zone 2 + 3 (8.3) 	

	NRW	Rheinland-Pfalz	Saarland
Landesstraßenrecht			
Denkmalschutzrecht	<ul style="list-style-type: none"> - nach § 9 i.V.m. § 21 DSchG ist die Errichtung erlaubnispflichtig (7.1) - Entscheidung der Denkmalbehörde ist bindend (7.1) 		

	Sachsen	Schleswig-Holstein
Landes- und Regionalplanung		
Definition Raumbedeutsamkeit	- besonderer Standort, bestimmte Raumfunktion und Größe der Anlage (i.d.R. Rotorachse in 60 m Höhe) (10.2)	
Steuerung raumbedeutsamer Vorhaben	- Festlegung von Vorranggebieten, z. T. mit Ausschlusswirkung, und Vorbehaltsgebieten	- Festlegung von Eignungsgebieten (11.4)
Regionalplanerische Kriterien für die Ausweisung (ohne wirtschaftliche Kriterien)		
Eignungsbereiche		- Windhöfliche Gebiete mit geringe Oberflächenrauigkeit und die keine Schutzbedürfnisse aufweisen (11.1) - durch Gemeindestraßen oder befestigte Wirtschaftswege erschlossen, günstige Lage zu Umspannwerken (11.4)
Ausschluss- / Tabubereiche	- Vorranggebiete, mit deren vorrangiger Zweckbestimmung Windenergienutzung nicht zu vereinbaren ist (10.1)	
Restriktionsbereiche		
Abstandsflächen		
Naturschutzrecht		
Ausschlussgebiete	- FFH-Gebiete (10.1) - bestehende + geplante NSG (10.2) - Nationalparke (10.2) - Landschaftsprägende Höhenrücken, Kuppen und Hanglagen, soweit sie in den Regionalplänen konkretisiert und ausgewiesen sind (10.1)	- Feuchtgebiete gem. Ramsar-Konvention (11.1) - FFH-Gebiete (11.1) - EU-Vogelschutzgebiete (11.1) - bestehende und geplante NSG (11.1) - Nationalparke (11.1) - geschützte flächenhafte Landschaftsbestandteile (11.1) - geschützte Biotope (11.1) - vorrangige Flächen für den Naturschutz, soweit sie in Landschaftsrahmenplänen oder Landschaftsplänen dargestellt sind (11.1) - Halligen, Inseln Amrum, Föhr, Pellworm und Sylt sowie schützenswerte geologische Formationen (z.B. Kleeckante (alte Meeresprallkante), Steilufer) (11.1) - größere, regelmäßig aufgesuchte bevorzugte Nahrungs- und Rastflächen sowie zugeordnete Vogelflugfelder (11.1)
Restriktionsgebiete	- Kernzonen und Pflegezonen von Biosphärenreservaten (10.2) - Teile von Entwicklungszonen in Abwägung mit dem Schutzzweck und der Biosphärenreservatsplanung (10.2)	- LSG, insbesondere Teilbereiche großräumiger LSG mit einer weniger hochwertigen Naturausrüstung (11.1)

	Sachsen	Schleswig-Holstein
	<ul style="list-style-type: none"> - LSG (10.2) - Naturparke (10.2) - geschützte Biotope (10.2) - reich strukturierte Feldgehölzlandschaften und naturnahe Standorte inmitten ausgeräumter Agrarlandschaften (10.2) - Still- und Fließgewässer sowie deren Uferbereiche, soweit diese Leitlinien und Orientierungshilfen für den Vogelzug bilden (10.2) 	
Abstandsflächen, unterschieden in: Ausschlussabstand = A, Restriktionsabstand = R	- 300 m bei Einzelanlagen und 500 m bei Windfarmen (10.2) (R)	WEA bis 100 m : <ul style="list-style-type: none"> - 200 m (im Einzelfall 500 m, R) Feuchtgebiete nach Ramsar-Konvention, FFH- und EU-Vogelschutzgebiete (11.-4) (A) - 200 m (im Einzelfall 500 m, R) geplante und bestehende NSG (11.4) (A) - 200 m (im Einzelfall 500 m, R) Nationalparke (11.4) (A) - Prüfung im Einzelfall LSG (11.4) (R) - 200 m Waldgebiete (11.4) (A) - 200 m, im Einzelfall 500 m besonders schutzwürdige Wasserflächen und Strandwälle / Küstendünen (11.4) WEA über 100 m : <ul style="list-style-type: none"> - 4 x h minus 200 m Feuchtgebiete nach Ramsar-Konvention, FFH- und EU-Vogelschutzgebiete (11.4) (A) - Prüfung im Einzelfall LSG (11.4) (R) - 4 x h minus 200 m geplante und bestehende NSG (11.4) (A) - 4 x h minus 200 m Nationalparke (11.4) (A) - i.d.R. 200 m Waldgebiete (11.4) (R) - 4 x h minus 200 m, im Einzelfall 500 m besonders schutzwürdige Wasserflächen und Strandwälle / Küstendünen (11.-4)
Bauordnungsrecht		
Grenzabstand	<ul style="list-style-type: none"> - grundsätzlich 1* h (Gesamthöhe der WEA) (10.2) - in Kerngebieten 0,5 * h (10.2) - in Gewerbe- und Industriegebieten 0,25 * h (10.2) 	- 1 *h (Gesamthöhe der WEA) (11.4)
Abstände zu Bebauung	<ul style="list-style-type: none"> - 500 m bestehende und geplante Wohn- und Mischbauflächen sowie Freizeit- und Erholungseinrichtungen (10.3) - bis 1200 m bei besonderen Prüferfordernissen (10.3) 	Abstände bis 100 m Höhe: <ul style="list-style-type: none"> - 300 m Einzelhäuser / Siedlungssplitter (bis 4 Häuser) (11.4) - 500 m ländliche Siedlungen (11.4) - 1000 m städtische Siedlungen, Ferienhaus- / Wochenendhausgebiete und Campingplätze (11.4)

	Sachsen	Schleswig-Holstein
		Abstände über 100 m Höhe: - 3,5 * h Einzelhäuser /Siedlungssplitter (bis 4 Häuser) (11.4) - 5 * h ländliche Siedlungen (11.4) - 10 * h städtische Siedlungen, Ferienhaus- / Wochenend- hausgebiete und Campingplätze (11.4)
Abstände zu Leitungstrassen		- 1 * h zu Hochspannungsleitungen (11.4)
Sonstige Rechtsgebiete		
Wasserrecht		WEA bis 100 m: - mind. 50 m Gewässer 1. Ordnung und Gewässer mit Erholungsschutzstreifen (11.4) - mind. 300 m, mind. 500 m Landesschutzdeiche landseitig, jedoch von Mitteltide-Hochwasser (11.4) - Einzelfallprüfung sonstige Deiche (11.4) WEA über 100 m: - 1 x h minus 50 m Gewässer 1. Ordnung und Gewässer mit Erholungsschutzstreifen (11.4) - i.d.R. mind. 300 m, i.d.R. mind. 500 m Lan- desschutzdeiche landseitig, jedoch von Mitteltide- Hochwasser (11.4) - Einzelfallprüfung sonstige Deiche (11.4)
Landesstraßenrecht	- Ausschluss: 20 m, Restriktion: 40 m gem. § 24 Landesstraßengesetz (10.2)	- 1 * h zu klassifizierten Straßen (11.4)
Denkmalschutzrecht		- Restriktion: Umgebung eines eingetragenen Kulturdenkmals und Denkmalbereich mit Umgebung (11.4) - Restriktion: Grabungsschutzgebiet, vorgeschichtliche + archäologische Denkmale (11.4)

Vorgaben der Bundesländer zur Standortsteuerung

Literaturverzeichnis zur Vergleichstabelle

Baden-Württemberg

- 1.1 UMWELTMINISTERIUM UND WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG: Gemeinsame Richtlinie für gesamtökologische Beurteilung und baurechtliche Behandlung von Windenergieanlagen - VWV Windenergie - vom 20.04.1995. GABl. B-W (1995) Nr. 6, S. 291-294
- 1.2 WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG: Windfibel. Windenergienutzung - Technik, Planung und Genehmigung. 4. Aufl. August 2003
- 1.3 WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG: Hinweise für die Festlegung von Vorranggebieten für regionalbedeutsame Windkraftanlagen mit regionsweiter außergebietlicher Ausschlusswirkung. Oktober 2003

Bayern

- 2.1 BAYRISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, VERKEHR UND TECHNOLOGIE: Rahmenbedingungen für eine natur- und landschaftsgerechte, koordinierte und effiziente Nutzung des Windenergiepotentials in Bayern, dargestellt am Beispiel Landkreis Tirschenreuth. Regensburg, Kranzberg, Mai 1997
- 2.2 STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, VERKEHR UND TECHNOLOGIE: Hinweise zur Windenergienutzung in Bayern. München 2001
- 2.3 BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN: Schreiben vom 18.12.2001 über die naturschutzrechtliche Beurteilung von Windkraftanlagen. (18.12.2001)

Brandenburg

- 3.1 MINISTERIUM FÜR STADTENTWICKLUNG, WOHNEN UND VERKEHR: Runderlass zur bauplanungsrechtlichen Beurteilung von Windenergieanlagen (Windenergieanlagenenerlaß des MSWV) vom 27.08.1997. ABl. BB Nr. 44, S. 910
- 3.2 MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND RAUMORDNUNG: Erlass zur landesplanerischen und naturschutzrechtlichen Beurteilung von Windkraftanlagen im Land Brandenburg (Windkrafterlass des MUNR) vom 24.05.1996. ABl. BB (1996), Nr. 28, S. 654-665, zuletzt geändert durch Bekanntmachung des MLUR vom 08.05.2002 (ABl. BB 2002, Nr. 22, S. 559 - Berichtigung der Bekanntmachung ABl. 2002, Nr. 26, S. 617)
- 3.3 MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELTSCHUTZ UND RAUMORDNUNG UND MINISTERIUM FÜR STADTENTWICKLUNG, WOHNEN UND VERKEHR: Gemeinsames Rundschreiben zur raumordnerischen, bauplanungs- und bauordnungsrechtlichen Beurteilung von Windenergieanlagen vom 16.02.2001
- 3.4 MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELTSCHUTZ UND RAUMORDNUNG: Leitlinie zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Leitlinie). ABl. Nr. 18, 7.5.2003
- 3.5 MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELTSCHUTZ UND RAUMORDNUNG: Tierökologische Abstandskriterien für die Errichtung von Windenergieanlagen in Brandenburg vom 01.06.2003
- 3.6 MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELTSCHUTZ UND RAUMORDNUNG: Erlass zu Anforderungen an die Geräuschimmissionsprognose und an die Nachweismessung bei Windenergieanlagen (WEA-Geräuschimmissionserlass). 31.07.2003
- 3.7 REGIONALE PLANUNGSGEMEINSCHAFT PRIGNITZ-OBERHAVEL: Regionalplan Prignitz-Oberhavel - Sachlicher Teilplan "Windenergienutzung", ABl, 14. Jg., Nr. 42, 25.08.2003
- 3.8 MINISTERIUM FÜR STADTENTWICKLUNG, WOHNEN UND VERKEHR: Verwaltungsvorschrift zur Brandenburgischen Bauordnung (VVBgbBO), ABl, 14. Jg., Nr. 42, 22.10.2003

Hessen

- 4.1 HESSISCHES MINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG, WOHNEN, LANDWIRTSCHAFT , FORSTEN UND NATURSCHUTZ: Planungsrechtliche und naturschutzrechtliche Beurteilung von Windkraftanlagen vom 24.03.1994. StAnz. HE (1994), Nr. 16, S. 1105-1107.
- 4.2 HESSISCHES MINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG, WOHNEN, LANDWIRTSCHAFT , FORSTEN UND NATURSCHUTZ: Behandlung von Windkraftanlagen im Baugenehmigungsverfahren vom 09.05.1994. StAnz. HE (1994) Nr. 23, S. 1455-1457.
- 4.3 REGIONALVERSAMMLUNG NORDHESSEN: Regionalplan Nordhessen 2000
- 4.4 REGIONALVERSAMMLUNG MITTELHESSEN: Regionalplan Mittelhessen 2001
- 4.5 REGIONALVERSAMMLUNG SÜDHESSEN: Regionalplan Südhessen 2000

Mecklenburg-Vorpommern

- 5.1 MINISTERIUM FÜR BAU, LANDESENTWICKLUNG UND UMWELT: Erlass einer Richtlinie zur Einführung technischer Baubestimmungen für Windkraftanlagen. ABl. M-V 1995, Nr. 14, S. 336.
- 5.2 MINISTERIUM FÜR BAU, LANDESENTWICKLUNG UND UMWELT: Hinweise zur Aufstellung von Bauleitplänen und Satzungen über Vorhaben- und Erschließungspläne für Windkraftanlagen. 19.12.1995. ABl. M-V 1996, Nr. 2, S. 32-36 (aufgehoben durch 5.4).
- 5.3 MINISTERIUM FÜR BAU, LANDESENTWICKLUNG UND UMWELT: Rundschreiben zur Privilegierung der Wind- und Wasserenergieanlagen durch Änderung des § 35 BauGB vom 10.10.1996 (aufgehoben durch 5.4).
- 5.4 MINISTERIUM FÜR BAU, LANDESENTWICKLUNG UND UMWELT: Erlass zur Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen. ABl. M-V Nr. 51 vom 02.11.1998, S. 1345

Niedersachsen

- 6.1 NIEDERSÄCHSISCHES INNENMINISTERIUM: Empfehlungen zur Standortsicherung und raumordnerischen Beurteilung von Windenergieanlagen. 03.07.1991. Nds. MBl. 1991, Nr. 26, S. 924-927
- 6.2 NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM : Leitlinie zur Anwendung der Eingriffsregelung des Niedersächsischen Naturschutzgesetzes bei der Errichtung von Windenergieanlagen. 21.06.1993
- 6.3 NIEDERSÄCHSISCHES INNENMINISTERIUM: Festlegung von Vorrangstandorten für Windenergienutzung. Rundschreiben an die Träger der Regionalplanung. 11.07.1996 (aufgehoben durch 6.5)
- 6.4 ZWECKVERBAND GROßRAUM BRAUNSCHWEIG: Fortschreibung des Regionalen Raumordnungsprogramms 1995 für den Großraum Braunschweig zwecks Festlegung von Vorrangstandorten für Windenergieanlagen vom 06.02.1997.
- 6.5 NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR DEN LÄNDLICHEN RAUM, ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ: Raumordnung; Empfehlungen zur Festlegung von Vorrang- oder Eignungsgebieten für die Windenergienutzung. Bezug: RdErl. D. MI vom 11.07.1996, Az. 39.1-32346/8.4; vom 26.01.2004.

Nordrhein-Westfalen

- 7.1 MINISTERIUM FÜR STÄDTEBAU UND WOHNEN, KULTUR UND SPORT UND MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ UND MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND MITTELSTAND, ENERGIE UND VERKEHR UND STAATSKANZLEI : Gemeinsamer Runderlass: Grundsätze für Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen (Windenergie-Erlass - WEAErl.-) vom 03.05.2002

Rheinland-Pfalz

- 8.1 MINISTERIUM DER FINANZEN: Einführung der Richtlinie für Windkraftanlagen - Fassung Juni 1993 - Verwaltungsvorschrift des Ministeriums der Finanzen vom 22.06.1995. MinBl. RP Nr. 7 (1995), S. 263-264.
- 8.2 MINISTERIUM DES INNERN UND FÜR SPORT DES LANDES RHEINLAND-PFALZ: Verwaltungsvorschrift vom 28.06.1996 und den zugehörigen Merkblättern (MinBl. 1996, S. 366)
- 8.3 MINISTERIUM DER FINANZEN, MINISTERIUM DES INNEREN UND SPORT - OBERSTE LANDESPLANUNGSBEHÖRDE -, MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, VERKEHR, LANDWIRTSCHAFT UND WEINBAU UND MINISTERIUM FÜR UMWELT UND FORSTEN : Gemeinsames Rundschreiben: Hinweise zur Beurteilung der Zulässigkeit von Windkraftanlagen vom 18.02.1999. MinBl. RP Nr. 6 vom 19.03.1999, S. 148 (Nov. 2003 in Überarbeitung)

Saarland

- 9.1 MINISTERIUM FÜR UMWELT: Erlass zur naturschutzrechtlichen Beurteilung von Windkraftanlagen vom

08.08.1994. Saarbrücken 1994

- 9.2 MINISTERIUM FÜR UMWELT: Landesentwicklungsplan "Umwelt (Vorsorge für Flächennutzung, Umweltschutz und Infrastruktur)", Teil A: Textliche Festlegungen mit Erläuterungen. 3. Entwurf, Stand 16.5.2003

Sachsen

- 10.1 SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG : Leitlinien zur raumordnerischen Standortsicherung und Beurteilung von Windenergieanlagen. 14.11.1995
- 10.2 SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT: Windleitfaden. Leitfaden zur Genehmigung von Windkraftanlagen im Freistaat Sachsen. 2001
- 10.3 SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT : Orientierungswerte für Mindestabstände der Windnutzungsgebiete zu den Baugebieten unter Einhaltung der immissionsschutzrechtlichen Anforderungen an die Geräusch- und Schatteneinwirkungen im Rahmen der Regionalpläne und der Flächennutzungspläne (Schreiben des SMUL an das SMI vom 20.07.2001, Az.: 52-8826.00)

Schleswig-Holstein

- 11.1 INNENMINISTERIUM, MINISTERIUM FÜR FINANZEN UND ENERGIE, MINISTERIUM FÜR NATUR UND UMWELT: Grundsätze zur Planung von Windenergieanlagen. Gemeinsamer Runderlass vom 04.07.1995. ABl. S.-H. Nr. 30 (1995), S. 478-481
- 11.2 INNENMINISTERIUM, LANDESPLANUNGSBEHÖRDE, MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATUR UND FORSTEN UND MINISTERIUM FÜR FINANZEN : Gemeinsamer Runderlass zur Privilegierung der Windenergie im Außenbereich. 27.08.1996. ABl. S.-H. 1996, S. 626.
- 11.3 INNENMINISTERIUM UND MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATUR UND FORSTEN: Gemeinsamer Erlass zur Berücksichtigung immissionsschutzrechtlicher Belange bei Windenergieanlagen. 03.04.2001. ABl. S.-H. Nr. 16/17 2001, S. 216-218
- 11.4 INNENMINISTERIUM, MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND LANDWIRTSCHAFT UND MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND VERKEHR: Grundsätze zur Planung von Windkraftanlagen (Ergänzung des Gemeinsamen Runderlasses vom 4. Juli 1995). Gemeinsamer Runderlass vom 25.11.2003. ABl. S.-H. vom 01.12.2003, S. 893

Bundesrepublik

- 12.1 BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ: Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz zu naturverträglichen Windkraftanlagen. 2000



Forum Umwelt
und Entwicklung



ERNEUERBARE ENERGIEN FÜR DIE KOMMUNEN

Handlungsbedarf, Chancen und Good-Practice-Beispiele

Träger des Forums



Deutscher Naturschutzring (DNR)

Verband Entwicklungspolitik deutscher
Nichtregierungsorganisationen (VENRO)

 **agenda
transfer** Agentur für
Nachhaltigkeit
GmbH
Bundesweite Servicestelle
Lokale Agenda 21

inWent
Internationale Weiterbildung
und Entwicklung gGmbH

SERVICESTELLE
KOMMUNEN IN DER EINEN WELT

IMPRESSUM

Autoren:

Dörte Bernhardt
(Germanwatch, LAND)
Sven Iversen und Lars Vogelsang
(Agenda-Agentur Berlin, LAND)

Herausgeber:

Forum Umwelt & Entwicklung



Lokale Agenda 21 Netzwerk Deutschland - LAND
(Arbeitsgruppe im Forum Umwelt & Entwicklung)

Titel:

Erneuerbare Energien für die Kommunen;
Handlungsbedarf, Chancen und Good-Practice-
Beispiele.

Verantwortlich:

Jürgen Maier

Layout:

Monika Brinkmüller

Herstellung:

repro ringel, Berlin

Berlin/Freiberg, Mai 2004

Auflage: 1.800 Exemplare

Die Broschüre ist im Internet als PDF-Datei
abrufbar unter: www.forumue.de

Die Broschüre wurde unterstützt von der Bundes-
weiten Servicestelle Lokale Agenda 21/Agenda-
Transfer und der Servicestelle Kommunen in der
Einen Welt/InWEnt.

Kontakt:

Forum Umwelt & Entwicklung, Am Michaelshof 8-
10, 53177 Bonn, Tel. 0228/35 97 04, Fax 0228/
923 993 56, info@forumue.de, www.forumue.de

LAND-Geschäftsstelle, c/o Grüne Liga Berlin e. V.,
Prenzlauer Allee 230, 10405 Berlin, Tel. 030/44
33 91-64, Fax -33, land@grueneliga.de,
www.agenda21-netzwerk.de

Titelseite

1. Bild: Aufgeständerte Photovoltaikanlage auf der Bundesgeschäftsstelle der Bündnis 90/Die Grünen in Berlin (Foto: DGS)
2. Bild: Blauer Turm - Beispiel für eine Anlage zur Herstellung von Wasserstoff aus Biomasse (Foto: D.M.2 Verwertungstechnologien Dr. Mühlen)
3. Bild: Kochen mit dem Solarkocher Papillon in Ougadougou (Foto: www.bsw-energie.de)



INHALT

Vorwort	4
1 Erneuerbare Energien: globale und lokale Zukunftschance	5
• Welcher Handlungsbedarf besteht global?	5
• Welche Lösungsansätze gibt es?	6
• Was wurde bisher erreicht?	9
• Wie kann noch mehr erreicht werden?	9
• Was können die Kommunen tun?	11
2 Good-Practice-Beispiele	14
• Erneuerbare Energien im Gesamtkonzept	14
• Sonne	16
• Wind	18
• Wasser	20
• Biomasse	21
• Erdwärme	23
3 Serviceteil	24
4 Freiburger Erklärung	26
5 Verwendete Literatur	27

VORWORT

Welche Chancen bieten Erneuerbare Energien den Kommunen für eine kurz- und langfristig tragfähige Energieversorgung?

Wie dringlich ist eine Energiewende und welchen Beitrag können Kommunen dafür leisten?

Welche Handlungsansätze und Beispiele bestehen vor Ort und nützen sie den Kommunen auch über ihre Energieversorgung hinaus?

Auf diese Fragen gibt die vorliegende Broschüre in übersichtlicher Form einige Antworten. Sie wendet sich vor allem an Entscheidungsträger(innen) der Städte und Gemeinden sowie Mitglieder von lokalen Initiativen, Vereinen und Nichtregierungsorganisationen.

Die Broschüre erscheint im Kontext der Internationalen Konferenz für Erneuerbare Energien „Renewables 2004“. Diese wird vom 1.–4. Juni 2004 von der Bundesregierung als Folgekonferenz des Weltgipfels für nachhaltige Entwicklung 2002 in Johannesburg durchgeführt. Als Vorbereitungskonferenz auf kommunaler Ebene hat das Lokale-Agenda-Netzwerk Deutschland (LAND) die Bundesweite Kommunalkonferenz für Erneuerbare Energien im sächsischen Freiberg veranstaltet. Der Austausch von Erfahrungen bei der Umsetzung nachhaltiger Entwicklung und der Lokalen Agenda 21 und die gegenseitige Unterstützung durch Lobbyarbeit auf der nationalen Ebene sind das zentrale Anliegen

von LAND. Das Netzwerk wurde 1998 durch Vertreter(innen) von Nichtregierungsorganisationen, Agenda-Büros und Beratungsbüros in deutschen Großstädten initiiert, die sich aktiv um einen erfolgreichen Agenda-21-Prozess in ihren Städten bemühen. LAND ist seit 2000 als Arbeitsgruppe „Lokale Agenda 21“ im Forum Umwelt & Entwicklung aktiv und steht Interessierten aus allen Kommunen offen.

Die vorliegende Broschüre wird in Zusammenarbeit mit der Bundesweiten Servicestelle Lokale Agenda 21 bei Agenda-Transfer/Agentur für Nachhaltigkeit GmbH und der Servicestelle Kommunen in der Einen Welt/InWEnt (Bonn) herausgegeben. Agenda-Transfer begreift die Lokale Agenda 21 als umfassenden Ansatz zur Implementierung nachhaltiger Entwicklung auf kommunaler und regionaler Ebene, vernetzt bestehende Aktivitäten und erfolgreiche Lösungsstrategien, bietet fachliche Beratung und entwickelt Serviceangebote für die Akteure vor Ort. Die Servicestelle Kommunen in der Einen Welt vernetzt die Eine-Welt-Aktivitäten und leistet Hilfestellungen und Unterstützung bei der kommunalen Eine-Welt-Arbeit. Die Servicestellen führen gemeinsam mit dem Forum Umwelt & Entwicklung, dem Klima-Bündnis, dem Internationalen Rat für kommunale Umweltinitiativen (ICLEI) und den kommunalen Spitzenverbänden die „Local Renewables 2004“ durch, ein internationales Bürgermeisterforum, das vom 30.–31. Mai 2004 – unmittelbar vor der „Renewables 2004“ – in Bonn veranstaltet wird.

Auf der Kommunalkonferenz in Freiberg wurde auch die Freiburger Erklärung „Offen für neue Energie“ verabschiedet, die den Abschluss dieser Broschüre bildet. Vertreter(innen) von Kommunen, Nichtregierungsorganisationen und Unternehmen erklären darin ihre Absicht, Erneuerbare Energien vor Ort verstärkt einzusetzen. Die Broschüre soll hierzu Wege aufzeigen.

Welche Chancen bieten
Erneuerbare Energien den
Kommunen für eine kurz-
und langfristig tragfähige
Energieversorgung?



1. ERNEUERBARE ENERGIEN: GLOBALE UND LOKALE ZUKUNFTSCHANCE

Städte und Gemeinden spielen eine entscheidende Rolle bei der Sicherung und Gestaltung der Energieversorgung. Diese stellt eine zentrale Aufgabe der kommunalen Daseinsvorsorge dar. Daher sind die Städte und Gemeinden zuständig für die Sicherstellung einer ausreichenden Versorgung der Einwohner(innen) und des Gewerbes. Sie betreiben oder lizenzieren – selbst oder im Verbund mit anderen Kommunen – Kraftwerke und andere Energiedienstleistungsunternehmen. Auch mit ihren Gebäuden, Fahrzeugen und kommunalen Betrieben haben sie großen Anteil am lokalen Energiemarkt und wirken als Vorbild für Einwohner und andere Marktteilnehmer. Die in den letzten Jahrzehnten erfolgte Zentralisierung von Energieversorgungssystemen hat zu einem Bedeutungsverlust der Kommunen im Energiebereich geführt. Da Erneuerbare Energien oft dezentral angelegt sind, bietet sich hier die Chance einer Erneuerung der kommunalen Rolle in der Energieversorgung. Angesichts von Verlusten kommunaler Steuerungsmöglichkeiten in Zeiten der Liberalisierung des Energiemarktes können Städte und Gemeinden auch durch den Einsatz dezentraler Energiequellen wieder an Einfluss gewinnen.

Auch die Schaffung von Arbeitsplätzen nimmt für die Kommunen an Bedeutung zu. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit schätzt, dass 120.000 Arbeitsplätze in Deutschland im Bereich der Erneuerbaren Energien bestehen. In der Stein- und Braunkohlewirtschaft sind nur noch 64.000 Personen beschäftigt.

Die UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro 1992 hat die besondere Rolle der Kommunen für eine nachhaltige Entwicklung im 21. Jahrhundert anerkannt und ihnen ein Kapitel der „Agenda 21“ gewidmet. Darin werden die Kommunen aufgefordert, örtliche Handlungsprogramme für nachhaltige Entwicklung aufzustellen (Lokale Agenda 21). Energie steht hierbei meist ganz oben auf der Themenliste. Viele Kommunen haben sich **energie- und klimapolitische Ziele** gesteckt, etwa im Rahmen des Klima-Bündnisses europäischer Städte, dessen über 1200 Mitglieder ihren Ausstoß an Kohlendioxid pro Einwohner(in) bis 2010 gegenüber 1990 halbieren wollen. Oft steht dies auch im Rahmen der **kommunalen Entwicklungszusammenarbeit** mit Partnergemeinden im Süden. Mit solchen umwelt- und entwicklungspolitischen Aktivitäten folgen Kommunen dem – mittlerweile schon etwas betagten – Motto „global denken, lokal handeln“.

WELCHER HANDLUNGSBEDARF BESTEHT GLOBAL?

Die gegenwärtige Energieversorgung ist mit **vier zentralen Herausforderungen** konfrontiert:

Klimaveränderung: Es ist weitgehend unstrittig, dass der Umgang mit Energie, ihre Gewinnung und ihr Verbrauch in den letzten Jahren in starkem Maße dazu beigetragen haben, dass das globale Klima beginnt sich zu verändern. Dies gefährdet die gesamten natürlichen Lebensgrundlagen des Menschen. Einer Studie des Pentagon zufolge birgt die Klimaveränderung außerdem ein zunehmendes Risiko internationaler Konflikte.

Als gesichert können Berechnungen gelten, nach denen die Emissionen von Treibhausgasen im letzten Jahrhundert den Hauptanteil an der Erhöhung der mittleren Temperatur um ca. 0,6 Grad hatten. Nur ein kleinerer Anteil wird der kurzfristig verstärkten Sonnenaktivität zugeschrieben. Szenarios verweisen auf einen weiteren Anstieg der Temperatur um 1,4 bis 5,8 Grad bis Ende dieses Jahrhunderts, falls keine Umsteuerung in Richtung Klimaschutz erfolgt. Beunruhigende Meldungen in den Nachrichten von zunehmenden Dürren und Überflutungen werden häufiger. Derzeit kommen die Nachrichten besonders aus den Entwicklungsländern, weil dort die Folgen bereits jetzt die Menschen elementar betreffen. Eine Zunahme der Folgen in den Industriestaaten ist jedoch zu erwarten. Unumkehrbar scheint das Schrumpfen der Gletscher in den Alpen und das Hochwasser von 2002 ist vielen Betroffenen noch im Gedächtnis. Treibhausgas Nr. 1 ist das Kohlendioxid aus fossilen Energiequellen, daher bieten CO₂-arme Energiequellen wie Erdgas oder Erneuerbare Energien einen Ausweg.

Energiearmut und Emissionen in Innenräumen: Aus Mangel an Alternativen werden in Ländern des Südens (sog. Entwicklungsländern) zum Kochen und Heizen Brennholz, Holzkohle, Dung oder Kohle oft innerhalb von Innenräumen verbrannt. Die damit verbundenen Emissionen führen zu Krankheiten, an denen jährlich 1,6 Mio. Menschen sterben. Die meisten Opfer sind Frauen und Kinder. Dieses wenig bekannte Problem hat eine ähnliche Größenordnung wie Tuberkulose, Malaria oder andere Seuchen. Lösungsansätze stellen geeignete Kochherde und dezentrale Energiequellen dar, z. B. Solaranlagen. Dies reduziert auch den erheblichen Zeitaufwand, den Frauen und Kinder zur Besorgung von Feuerholz u. ä. aufwenden müssen, so dass ihnen auch bessere Bildungschancen eröffnet werden können.

Während sich im Norden der Energiehunger weiterhin auf hohem Niveau befindet, sind in Entwicklungsländern ca. 2,4 Mia. Menschen überwiegend oder ausschließlich auf traditionelle Biomasse angewiesen (Brennholz, Holzkohle, Dung). Dort werden ca. 35 % der Energie - in einigen ländlichen Gebieten Asiens und Afrikas sogar 100 % - aus Biomasse gewonnen, zum Teil durch deren Übernutzung. Der Zugang zur Stromversorgung ist einem Viertel der Weltbevölkerung verwehrt. Besonders betroffen sind die Personen, die in den ländlichen Gebieten in den Entwicklungsländern leben. Sofern bezahlbar, verwenden sie Petroleumlampen, Batterieradios usw. Ge-

rade für diese 80% Betroffenen auf dem Land erschwert das Fehlen anderer Energiequellen Wege aus der Armut (s. Grafik 1).

Maximum der Erdölförderung: Es ist unstrittig, dass es in der weltweiten Erdölförderung ein Maximum geben wird, nach dem die tatsächliche Förderung sinkt. Eine anhaltende oder gar wachsende Nachfrage kann dann nicht mehr befriedigt werden, es kommt zur Verknappung und einem Preisanstieg der wichtigsten Energiequelle der Weltwirtschaft. Dieser Preisanstieg ließe sich nur durch eine Senkung des Verbrauchs rückgängig machen. Das Fördermaximum wird in etwa erreicht, wenn die Hälfte der weltweiten Erdölvorkommen verbraucht sind (s. Grafik 2).

Verschiedene Studien sehen die Förderhöchstmenge in den Jahren 2005 oder 2010. Die Internationale Energieagentur (IEA) geht von einem Spitzenausstoß an konventionell förderbarem Öl etwa im Jahr 2013 aus. Die US Energy Information Administration (EIA) kommt mit optimistischen Annahmen auf 2030 oder später.

Für Erdgas wird mit einem Maximum zwei Jahrzehnte nach dem des Erdöls gerechnet. Es werden also rechtzeitig Alternativen in großem Umfang benötigt.

Luftverschmutzung: Zu etwa 80% wird heute Energie aus fossilen Energieträgern gewonnen. Dabei entstehen Emissionen, die in die Umwelt gelangen, und Luftverschmutzung und in der Folge auch Krankheiten hervorrufen. In Asien droht die Luftverschmutzung mittlerweile den Monsunregen zu verändern und dadurch die Reisernte zu beeinträchtigen sowie zu Dürren und Überschwemmungen zu führen. In Europa gehen einer Studie der Weltgesundheitsorganisation zufolge etwa 6% aller Todesfälle auf die Luftverschmutzung zurück. Die Hälfte davon geht auf das Konto von verkehrsbedingten Emissionen – diese kosten damit mehr Menschenleben als die Verkehrsunfälle.

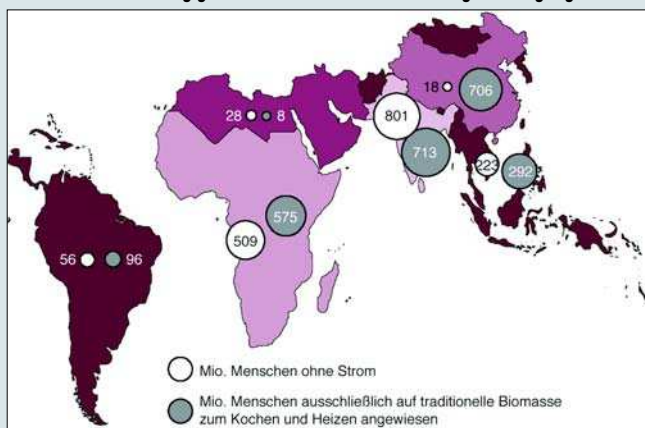
WELCHE LÖSUNGSANSÄTZE GIBT ES?

Die genannten Handlungsbedarfe lassen sich umfassend durch eine Energiewende angehen. Zu ihr gehören drei tragende Elemente:

- Energiesparen
- Energieeffizienz erhöhen
- Erneuerbare Energien ausbauen.

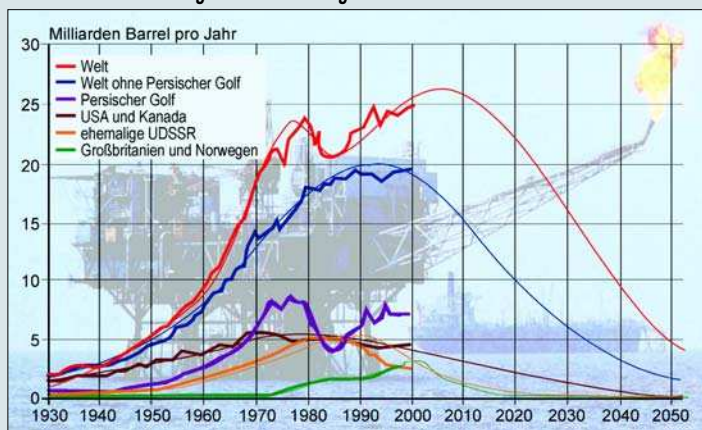
Effizienzsteigerungen und Einsparungen vermindern den Energieverbrauch und die damit verbundenen Emissionen. Das Umsteigen auf Erneuerbare Energien löst die

Grafik 1: Regionale Verteilung der Menschen ohne Zugang zu elektrischem Strom und mit Abhängigkeit von Biomasse für die Energieversorgung



Quelle: WBGU 2003: 25

Grafik 2: Erdölförderung weltweit und regional



Quelle: L-B-Systemtechnik GmbH (2004) nach Campbell 1996

Während sich im Norden der Energiehunger weiterhin auf hohem Niveau befindet, sind in Entwicklungsländern ca. 2,4 Mia. Menschen überwiegend oder ausschließlich auf traditionelle Biomasse angewiesen

Foto: epd



Eine Knochenarbeit ist es, genug Brennholz für die Familie herbeizuschaffen

Probleme der Endlichkeit fossil-nuklearer Energiequellen und der energiebedingten Klimaschädigung.

Eine globale Energiewende erfordert darüber hinaus, einen Zugang zu modernen Energiequellen für diejenigen Menschen zu schaffen, die anderenfalls auf die oft nicht nachhaltige Nutzung traditioneller Biomasse angewiesen sind. Erneuerbare Energiequellen bieten hier besondere Chancen, da sie nicht auf teure Versorgungsnetze angewiesen sind.

Um die Energiewende auf lokaler Ebene umzusetzen, haben viele Kommunen ein umfassendes **Energiekonzept** erstellt, eine(n) Energiebeauftragte(n) oder eine Energieagentur eingesetzt bzw. Partnerschaftsprojekte mit Kommunen im Süden eingeleitet.

WELCHE ROLLE SPIELEN ERNEUERBARE ENERGIEN?

Langfristig stellen Erneuerbare Energien die einzige tragfähige Basis der Energieversorgung dar. Sie sind **unerschöpflich und übernutzen das Klima nicht**. Der Ausstoß an Treibhausgasen durch Herstellung und Betrieb der Anlagen ist bei Erneuerbaren Energien im Vergleich zu fossilen Energiequellen um den Faktor 20-100 geringer; bei Solarstromanlagen ist es derzeit noch der Faktor 2-20. Mit Ausnahme der Verbrennung von Biomasse führt die Nutzung Erneuerbarer Energien nicht zur Luftverschmutzung; anderweitige Umweltbelastungen sind geringer als bei fossilen oder gar nuklearen Energiequellen. Erneuerbare Energien lassen sich in vorhandene Net-

ze und Verteilsysteme integrieren, können aber auch davon unabhängig und dezentral eingesetzt werden.

Erneuerbare Energien sind freilich an verschiedene Ressourcen gebunden: der Aufwand an Material, Energie und Kapital für die jeweiligen Anlagen sowie Wasserläufe, landwirtschaftliche Fläche für Biomasse, windreiche Standorte und (Dach)flächen für Solarenergie. Da sich diese Ressourcen nicht beliebig ausdehnen lassen, werden Effizienz und Energiesparen auch in Zukunft von Bedeutung sein.

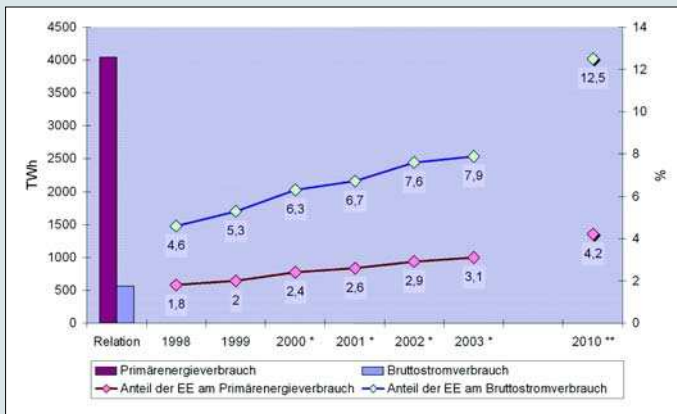
Im Vergleich zu Erneuerbaren Energien bietet die **Kernkraft keine Alternative**: Gegen sie sprechen die Sicherheitsrisiken, die ungelöste bzw. unlösbare Aufgabe, Atommüll für viele Jahrtausende zu lagern, ferner die Endlichkeit der Uranvorräte und die langfristig hohen Kosten der Atomenergie. Darüber hinaus stehen nicht genug Ressourcen zur Verfügung, um eine weitere Übergangstechnologie weiterzuentwickeln und auszubauen. Diese Ressourcen werden vielmehr für eine dauerhafte Lösung benötigt.

WELCHE ZIELE SIND FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN ANZUSTREBEN?

Die **Europäische Union** hat sich das Ziel gesetzt, den Anteil Erneuerbarer Energien am Gesamtverbrauch bis **2010 auf 12%** zu verdoppeln. Im Strombereich soll der Anteil von heute 14% auf 22% im Jahr 2010 gesteigert werden. **Deutschland** hat sich vorgenommen, den An-

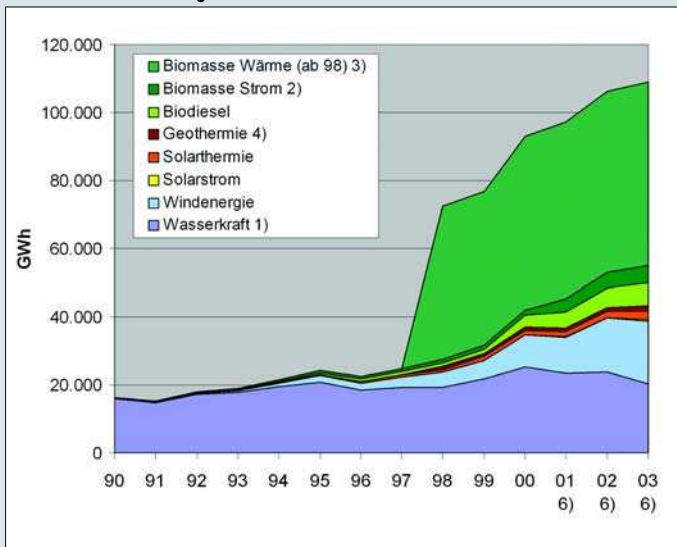


Grafik 3: Anteil der Erneuerbaren Energien am Primärenergie- und Bruttostromverbrauch in Deutschland



* Werte vorläufig ** Ziele Angaben für EE ohne Müll 1 TWh = 1 Mia. kWh Relation: 1998
Quelle: BMU 2003c, BMU 2004b, DIW 2004

Grafik 4: Zeitliche Entwicklung der Endenergiebereitstellung der Erneuerbaren Energien



1) bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss 2) bis 2000 nur Einspeisung in das Netz der allgemeinen Versorgung 3) Schätzwerte (Daten erst ab 1998 verfügbar) 4) ab 2003 tiefe und oberflächennahe Geothermie 5) ohne Energiebereitstellung aus dem biogenen Anteil des verbrannten Abfalls 6) vorläufige Angaben, für 2003 erste vorläufige Abschätzung - Stand Februar 2004
Quelle: BMU 2004c

teil regenerativer Energien am Primärenergieverbrauch bis **2010 auf 4,2%** zu verdoppeln. Beim Stromverbrauch sollen bis 2010 mind. 12,5% und bis 2020 mind. 20% erreicht werden (s. Grafik 3). Das höhere Stromziel der EU ergibt sich aus der Tatsache, dass einige Mitgliedsstaaten ein erheblich höheres Wasserkraftpotential besitzen. Als langfristiges Ziel soll bis Mitte des Jahrhunderts die Hälfte des Energieverbrauchs aus Erneuerbaren Energien gedeckt werden. Die Energie- und Rohstoffproduktivität soll bis 2020 gegenüber 1990 bzw. 1994 verdoppelt werden.

Zum Schutz des Klimas hat sich Deutschland verpflichtet, gegenüber 1990 den Ausstoß an Kohlendioxid bis 2005 um 25% zu mindern sowie den Ausstoß an Treibhausgasen, die im Kioto-Protokoll erfasst sind (CO₂, Methan u.a.), bis 2008/2012 um 21% zu senken. Für 2020 schlägt der Rat für Nachhaltige Entwicklung das Ziel einer Verminderung um 40% vor.

Darüber hinaus halten Wissenschaftler und Nichtregierungsorganisationen für 2050 eine Reduktion des Kohlendioxidausstoßes um 80-90% sowie – bei insgesamt niedrigerem Energieverbrauch – einen Anteil der Erneuerbaren Energien von 80-90% für erforderlich.

Global soll der Anteil der Menschen, die keinen Zugang zu modernen Energiequellen haben, bis zum Jahr 2015 halbiert werden. Derzeit sind es knapp 40%. Dieses Ziel haben die Vereinten Nationen 2000 in der Millenniums-Erklärung beschlossen und auf dem Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung in Johannesburg 2002 bekräftigt.

Warum schon jetzt beginnen?

Der Umbau des Energiesystems benötigt viel Zeit und muss zügig und kraftvoll fortgesetzt werden. Wir haben noch genügend Zeit für diesen Umbau, aber nicht mehr zum Abwarten. So muss im Bereich Solarenergie „eine Verzehnfachung der installierten Leistung pro Dekade schon jetzt und auch langfristig sichergestellt“ werden – so der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU). Dass die bisherigen Anstrengungen zu verstärken sind, zeigt der Umstand, dass Deutschland voraussichtlich nicht sein Ziel erreichen wird, bis 2005 den CO₂-Ausstoß um 25% gegenüber 1990 zu verringern. Außerdem stehen derzeit wichtige Weichenstellungen bevor, weil in den nächsten zehn Jahren etwa ein Drittel des Kraftwerksparks zu erneuern ist (über 40.000 MW Leistung, insbesondere Kohlekraftwerke sind zu ersetzen).

Durch den Ausbau Erneuerbarer Energien kann es erreicht werden, dass in etwa 20 Jahren deren Kosten niedriger sein werden als diejenigen konventioneller En-

ergien. Das ergab eine umfassende Studie des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt und anderen Instituten. Bis 2050 können in Deutschland 65 % des Stromverbrauchs und 50 % des Wärmebedarfs aus Erneuerbaren Energien bereitgestellt werden. Das spart im Jahr 2050 mindestens 75 % der Treibhausgasemissionen (gegenüber 2000) ein. Diese ambitionierten Ausbauziele bei den Erneuerbaren Energien sind unter Beachtung aller Umwelt- und Naturschutzanliegen realisierbar und zugleich ökonomisch vorteilhaft.

WAS WURDE BISHER ERREICHT?

Weltweit liegt der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Primärenergieversorgung bei ca. 14% (inkl. Großwasserkraft und Brennholz, die beide aus ökologischen Gründen umstritten sind). In der Europäischen Union liegt der Anteil bei etwa 6%, in Deutschland nur bei ca. 3,1%. Bei der Stromerzeugung liegen die Anteile bei 18%, 15% respektive 8% (s. Grafik 3).

Gerade im Bereich der Erneuerbaren Energien ist in den letzten Jahren eine positive Entwicklung zu verzeichnen. Die Anteile am Energie- bzw. Stromverbrauch haben sich in den letzten fünf Jahren in Deutschland fast verdoppelt (s. Grafik 3). Fast die Hälfte der Erneuerbaren Energien entfällt auf Wärme aus Biomasse mit knapp 54.000 GWh (Daten ab 1998). Die Jahresleistung der Windkraftwerke hat sich auf 18.500 GWh vervierfacht, Solarthermie auf knapp 2.500 GWh mehr als verdreifacht. Die Wasserkraft in Deutschland wuchs allmählich auf 20.350 GWh. Eine kleinere, aber stark wachsende Leistung erbringen Biomasse (Strom) und Solarstrom (s. Grafik 4). Insgesamt wurden dadurch 2003 schätzungsweise 53 Mio. t Kohlendioxid eingespart (was ca. 6% der deutschen Emissionen entspricht). Das Tempo des Ausbaus Erneuerbarer Energien muss mittelfristig mindestens beibehalten werden. Zudem hat Deutschland noch große Potentiale im Bereich Energieeffizienz und Kraft-Wärme-Kopplung.

WIE KANN NOCH MEHR ERREICHT WERDEN?

Bis vor wenigen Jahren hat eine Vielzahl von **Hemmnissen** das Wachstum der Erneuerbaren Energien gebremst. Vor allem Überkapazitäten in der konventionellen Energieversorgung und mangelnde Anreizstrukturen verhinderten ihren Durchbruch.

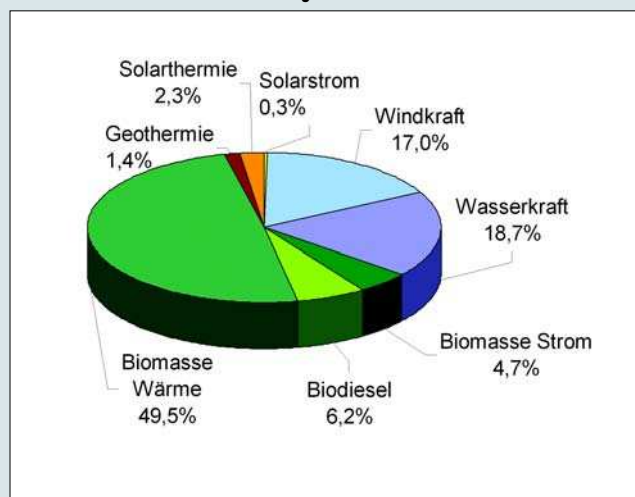
Ein weiteres Hemmnis für Erneuerbare Energien liegt darin, dass der Preis der konventionellen Energien die Kosten, die als Folge von Umwelt- und Gesundheits-

schäden entstehen, nicht wiedergibt. Würden diese bei allen Energiequellen eingerechnet, könnte sich die **Wettbewerbsituation** für die Erneuerbaren Energien entscheidend verbessern.

Ohne solche Preise, die die Wahrheit sagen, erscheinen viele Erneuerbare Energien als teuer und förderungsbedürftig. Auch dies ist ein wichtiger Grund dafür, dass Erneuerbare Energien erst einen verhältnismäßig kleinen Anteil an der Energiegewinnung haben. Viele Erneuerbare Energien sind aufgrund der verzerrten Preisbildung und höherer Startkosten derzeit noch nicht konkurrenzfähig. Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen benötigen in der Regel relativ große Oberflächen zum Sammeln der Energien – gleichgültig, ob es sich um Solarzellen, Sonnenkollektoren oder Windräder handelt. Große Anlagen bedeuten meistens auch recht hohe Investitions- bzw. Anfangskosten. Dazu kommt, dass die benötigten Anlagen heutzutage in kleiner Stückzahl gefertigt werden, wodurch die Herstellung noch teuer ist. Umgekehrt gesehen, steckt hier großes Potential. Die Kosten könnten um 20-70% sinken, wenn Märkte und Umsätze sich deutlich vergrößern und die Massenproduktion angelaufen ist. Es wird darum gehen müssen, den Teufelskreis „wenig Nutzung führt zu teuren Anlagen, die wiederum zu wenig Nutzung führen“ zu durchbrechen. Dazu sollen Programme zur Markteinführung Erneuerbarer Energien dienen.

Inzwischen hat die Bundesregierung eine Reihe von Rahmenbedingungen und Instrumenten zur Unterstützung der Entwicklung von Erneuerbaren Energien geschaffen:

Grafik 5: Anteile Erneuerbarer Energien in Deutschland



Quelle: BMU 2004a: 4



Das **Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)** garantiert die vorrangige Abnahme und eine Mindestvergütung für ins öffentliche Netz eingespeisten Strom. Es setzt damit das Stromeinspeisegesetz von 1991 fort. Die **Biomasseverordnung (BiomasseV)** regelt im Rahmen des EEG, welche Stoffe als Biomasse gelten, und definiert technische Verfahren und Umwelanforderungen. Das **100.000-Dächer-Solarstrom-Programm** vergab bis 2003 zinsgünstige Darlehen für Photovoltaik-Anlagen über die Kreditanstalt für Wiederaufbau. Das **Marktanreizprogramm für Erneuerbare Energien** vergibt Zuschüsse und günstige Darlehen für Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien mit dem Schwerpunkt Wärme. Zahlreiche weitere Förderprogramme der öffentlichen Hand (**ERP-Umwelt- und Energiesparprogramm, DtA-Umweltprogramm, Eigenheimzulage, Förderprogramme der Bundesländer und Kommunen** etc.) sorgen für günstige Darlehen und steuerliche Förderung. Zum Teil aktivieren die Förderprogramme zusätzliches privates Kapital (z.B. in Form von Windkraft- und Solarfonds).

Das Ziel des Programms **Nachhaltige Energie für Entwicklung** ist die Zusammenarbeit mit den Entwicklungsländern bei den Erneuerbaren Energien. Schwerpunkte des Sonderprogramms, das Bundeskanzler Schröder 2002 auf dem Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung in Johannesburg angekündigt hat, sind der Ausbau nachhaltiger Energiesysteme und der Ersatz klima- und umweltschädlicher Energieformen. Weitere Initiativen, die vom Weltgipfel ausgegangen sind, sind die EU-Initiative „Energy for Poverty Reduction and Sustainable Development“ (www.europa.eu.int/comm/environment/wssd/energy_poor.pdf), die Global Village Energy Partnership (www.gvpe.org) und das Global Network on Energy for Sustainable Development (www.gnesd.org).

Flankierend fördert die Bundesregierung – u.a. im Rahmen des Zukunfts-Investitionsprogramms (ZIP) – die Erforschung, Entwicklung und Demonstration zukunftsweiser Energieformen. Insgesamt sind in den letzten drei Jahrzehnten 1,74 Mia. Euro hierfür aufgewendet worden.

Die Förderung Erneuerbarer Energien steht jedoch weiterhin neben der **massiven Subventionierung konventioneller Energiequellen** wie der Steinkohle und der Atomkraft. In den führenden Industrieländern steht ein konsequenter Kurswechsel bisher noch aus.

Der unter den gegenwärtigen Preisstrukturen gegebene Förderbedarf ist bei den einzelnen Erneuerbaren Energien sehr unterschiedlich. Grundsätzlich lassen sich die Perspektiven von Erneuerbaren Energien aufgrund ihrer Kosten weltweit wie folgt prognostizieren, wobei die Chancen und Entwicklungen jeweils länderspezifisch unterschiedlich ausgeprägt sind:

- Wasserkraft wird zur Deckung des Energiebedarfs weiterhin sehr wichtig bleiben.
- Windparks sind bereits heute nahe der Wirtschaftlichkeitsgrenze (in einigen Ländern sind sie es bereits).
- Ebenfalls bereits konkurrenzfähig ist Erdwärme für die Elektrizitätserzeugung und die Gebäudeheizung. Ihre Kosten sind allerdings in den Ländern und Regionen unterschiedlich.
- Solarthermische Anwendungen können auf mittelfristige Sicht einen kostengünstigen Beitrag zur Energieversorgung leisten (auf ihre Lebensdauer bezogen rechnen sie sich bereits).

Die Förderung Erneuerbarer Energien steht jedoch weiterhin neben der massiven Subventionierung konventioneller Energiequellen wie der Steinkohle und der Atomkraft. In den führenden Industrieländern steht ein konsequenter Kurswechsel bisher noch aus.





- Photovoltaik ist eher in Nischenbereichen für dezentrale Anwendungen interessant, da die weitere Verbreitung von mehreren Faktoren abhängt: die erzielbare Kostendegression, die Steigerung des Wirkungsgrades und die mittelfristige Berechenbarkeit der Rahmenbedingungen.
- Biogasanlagen kommen je nach Standort für dezentrale Anwendungen dort in Frage, wo die benötigten pflanzlichen und tierischen Abfälle vorhanden sind; dem Anbau von Energiepflanzen sind zumal in Deutschland durch den Flächenbedarf Grenzen gesetzt.

WAS KANN DIE „RENEWABLES 2004“ BRINGEN?

Anfang Juni 2004 findet in Bonn die internationale Konferenz für Erneuerbare Energien statt (Renewables 2004, www.renewables2004.de). Diese ist ein wichtiger Schritt im Folgeprozess zum Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung in Johannesburg 2002, auf dem Energie zwar eine wichtige Rolle gespielt hat, es jedoch zu keinen verbindlichen Absprachen mit Zeitplan und quantitativen Zielen gekommen ist. Deutschland und die EU hatten nicht durchsetzen konnten, den Anteil Erneuerbarer Energien von 15% als Ziel für das Jahr 2010 weltweit festzuschreiben zu lassen und initiierten darauf hin eine Erklärung gleichgesinnter Staaten (*Johannesburg Renewable Energy Coalition*, JREC, <http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/ctf/home>), die sich zu ambitionierten Zielen und klaren Zeitplänen bei der Erhöhung des Einsatzes Erneuerbarer Energien bekennen. Auf dem Weltgipfel kündigte Bundeskanzler Schröder eine internationale Folgekonferenz zu Erneuerbaren Energien an und verband dies mit einem Finanzpaket zur Förderung von regenerativen Energien und Energieeffizienz. Jeweils 500 Mio. Euro sollen von 2003 bis 2007 für Entwicklungszusammenarbeit im Bereich Erneuerbare Energien bzw. Energieeffizienz ausgegeben werden. Dies ist allerdings auch nicht mehr, als die Bundesregierung im langjährigen Mittel hierfür bereitgestellt hat. Die EU hat auf dem Gipfel eine Energie-Initiative in Höhe von 700 Mio. US-\$ jährlich angekündigt, die auf internationale Partnerschaften gegen Energiearmut und für nachhaltige Entwicklung zielt.

Die Konferenz bietet eine Chance, in Ländern des Südens Menschen ohne Zugang zu moderner Energieversorgung einen solchen zu ermöglichen und der Welt einen Ausweg aus dem klimaschädlichen Energiesystem zu weisen. Die Konferenz soll eine Plattform bieten, um einen Prozess für den Ausbau der Erneuerbaren Energien in Gang zu setzen: Ziele, Zeitpläne, ein Aktionsplan und sein Umsetzungsprozess sollen vereinbart werden. Die Konferenz wird auch zu einer großen Aufmerksamkeit der **Medienöffentlichkeit** für das Thema Erneuerbare Energien führen. Kommunen können sich hier mit konkreten Schritten und Zielsetzungen präsentieren. Zur **Vorbereitung auf der kommunalen Ebene** finden die „Bundesweite KommunalKonferenz Erneuerbare Energien“ in Freiberg (25.-26. März 2004) und die „Local Renewables 2004“ (30.-31. Mai 2004, www.localrenewables2004.de) in Bonn statt. Impulse der Städte und Gemeinden sollen darüber in die Internationale Konferenz einfließen und konkrete Folgeaktivitäten anstoßen. Es ist Aufgabe der politischen Entscheidungsträger, in Bonn eine ehrgeizige Vision zu entwickeln und sich auf konkrete Ziele und Maßnahmen zu einigen. Besonders wichtig ist, dass das Interesse Aller für Erneuerbare Energien auch nach den Konferenzen anhält. Das Forum Umwelt & Entwicklung und seine Trägerverbände Deutscher Naturschutzring (DNR) und der Verband Entwicklungspolitik deutscher Nichtregierungsorganisationen (VENRO) legen deshalb auf die Nachbereitung der Konferenz mindestens so viel Wert wie auf die Vorbereitung. Das von ihnen initiierte Netzwerk Erneuerbare Energien Nord-Süd, in dem auch Vertreter der Branchenverbände für Erneuerbare Energien mitwirken, wird seine Arbeit fortsetzen und immer wieder auf die konkrete Umsetzung drängen. Aktuelle Informationen können unter www.ee-netz.de abgerufen werden.

WAS KÖNNEN DIE KOMMUNEN TUN?

Auch unter den geschilderten, durchaus widersprüchlichen Rahmenbedingungen steht den Städten und Gemeinden eine Reihe von Handlungsmöglichkeiten für den Ausbau Erneuerbarer Energien zur Verfügung. Die Kommunen sind hier nicht mehr und nicht weniger gefordert als Länder, Bund und EU oder als gesellschaftliche Akteure. Sie verfügen aber über **spezifische Kompetenzen** und bereiten sich mit deren Nutzung auf die



PV-Blumen für ein Pflanzenbewässerungssystem im Mauerpark Prenzlauer Berg, Berlin

Foto: DGS

Zukunft vor, verschaffen sich eine stabilere, weniger krisenanfällige Energieversorgung, unterstützen ihr lokales Handwerk und Gewerbe und stellen sich ihrer lokalen Verantwortung für den globalen Klimaschutz. Darüber hinaus nehmen sie ihre Vorbildfunktion gegenüber ihren Einwohner(innen) und ansässigen Unternehmen sowie gegenüber der den Ländern des Südens wahr, die sich nach wie vor an dem Verhalten der Industrieländer orientieren. Diese besondere Verantwortung können sie auch im Rahmen von kommunalen Partnerschaften ausüben, die oft zu einem bereichernden Erfahrungsaustausch und dadurch vertieften Projektaktivitäten führen. Die zahlreichen Städte- und Agendapartnerschaften sowie entwicklungspolitischen Initiativen von Kirchengemeinden, Nichtregierungsorganisation etc. vor Ort werden vielerorts bereits zur Förderung des Einsatzes Erneuerbarer Energien genutzt (s. Kap. 2). Mit ihrer Hilfe lässt sich in Zukunft auch der Zugang vieler Menschen zur Energieversorgung verbessern.

Die Kommunen schließen sich auch zu Bündnissen für nachhaltige Entwicklung zusammen und erhalten dadurch Unterstützung:

- Klima-Bündnis der europäischen Städte
- Internationaler Rat für kommunale Umweltinitiativen (ICLEI)
- Energie Cités und EU-Renewable Energy Partnerships.

Informationsquellen zu diesen Kooperationen finden sich im Serviceteil dieser Broschüre.

Städte und Gemeinden können **Fördermöglichkeiten** seitens der Länder, des Bundes oder der EU in Anspruch nehmen oder örtliche Unternehmen und Initiativen zu deren Nutzung anregen und sie dabei unterstützen. Dies

stellt auch eine wichtige Aufgabe von kommunalen Energiebeauftragten oder Energieagenturen dar. Manche Städte legen auch selbst Förderprogramme im Bereich nachhaltiger Energieversorgung auf (z. B. kostendeckende Vergütung: www.sfv.de/infos/soinf184.htm).

Insbesondere auf kommunaler Ebene bieten sich als Ergänzung oder Alternative zu Förderungen verschiedene Modelle an, **privates Kapital** für den Energiebereich zu mobilisieren:

- Beteiligungen der Einwohner(innen) an Bürgerkraftwerken, Bürgerwindparks o.ä.
- Public-Private-Partnerships der Kommune mit privatwirtschaftlichen Unternehmen der Energiebranche
- neue Betreibermodelle (Contracting) für Energiedienstleistungen, z. B. für Nahwärmenetze oder Blockheizkraftwerke in öffentlichen Gebäuden.

Solche Ansätze bieten unter den Bedingungen der gegenwärtigen kommunalen Finanzengpässe Möglichkeiten, notwendige Investitionen einzuleiten und diese auch kommunal zu beeinflussen.

Beispielsweise stellt der Berliner Energiedienstleistungsstandard (B.E.St.) einen weitgehend übertragbaren Ansatz für das Contracting dar. Das Modell enthält vertragliche Regelungen für die klärungsbedürftigen Fragen des Contractings zwischen Gebäudebesitzer und Betreiber von Energieanlagen. Neben dem Energiesparen können hier auch Ziele für den Einsatz Erneuerbarer Energien vorgesehen werden (z. B. Quoten für solare Warmwasserbereitung oder Kompatibilität für spätere Nachrüstung).

Städte und Gemeinden können ihre ureigenen Aufgaben auf die zukünftige Energieversorgung orientieren, indem sie eine **Solare Stadtplanung** praktizieren. In dem Flächennutzungsplan, den Bebauungsplänen und Bausatzungen sollten Kriterien aufgenommen werden, die für eine kommunale Versorgung mit Erneuerbaren Energien wichtig sind. Hierzu gehört die Berücksichtigung von passiver Solarenergienutzung, Mikroklima und Windströmen bei der Ausrichtung von Gebäuden und der Planung von Grünbereichen (als Windschutz). Ebenso wie eine weitsichtige Wärmedämmung sollten Gestaltungsweisen einer solaren Architektur ermöglicht oder unterstützt werden. Außerdem lassen sich geeignete Standorte für Windenergie- und Erdwärmenutzung in der Stadt- und Landschaftsplanung berücksichtigen. Mit solchen Ansätzen kann sich eine Kommune fit für die Zukunft machen und private Investitionen in Erneuerbare Energien erleichtern oder begünstigen.

Darüber hinaus stehen je nach örtlicher Situation weitere Optionen zur Verfügung:

- Wand- und Dachflächen öffentlicher Gebäude können für Solarkollektoren oder Solarzellen genutzt bzw. privaten Akteuren dafür zur Verfügung gestellt werden.
- Fahrzeuge der Kommunalverwaltung und der kommunalen Betriebe – nicht nur des ÖPNV – können auf Biotreibstoffe umgestellt werden.
- Die Kommune kann Tankstellen für Biotreibstoffe bzw. Ökostrom einrichten.
- Die Abfallwirtschaft, Abwasseraufbereitung und Grünflächenpflege der Kommune können strategisch mit der Nutzung von Biomasse gekoppelt werden.
- Mit Sparkassen kann die Vergabe von langfristigen Krediten für Solaranlagen vereinbart werden.
- Unternehmen können von der Kommune zu eigenen Aktivitäten angeregt werden, z.B. mit Runden Tischen o.a. Initiativen.
- Zum Ausbau der Biomassenutzung können ländliche Gemeinden eine Kooperation von Landwirtschaftskammern, Forstbetrieben, Stadtwerken oder anderen Energiedienstleistern, Baustoffhandel und Installateuren aufbauen.
- Kommunen können den Großeinkauf von Solaranlagen für ihre Einwohner(innen) und Unternehmen organisieren.
- Kommunen können den Einsatz von Erneuerbaren Energien durch die Mobilisierung von privatem Kapital unterstützen, z. B. durch Auflegen von Förderprogrammen für private Bauherren (etwa im Rahmen einer Solaranlagenverordnung) oder die Schaffung von Beteiligungsmöglichkeiten bei Bürgerwindparks etc.
- Bildungsmaßnahmen zu Erneuerbaren Energien sollten in die Wege geleitet werden: in der Ausbildung des Handwerks, in Volkshochschulen, durch die Gründung von Arbeitsgruppen in den Schulen und im Projektunterricht.
- Die Kommunen können gemeinsame Zielvereinbarungen zwischen Nord- und Südpartnerstädten vereinbaren.
- Die Kommunen können die bestehenden Städte- und Agenda-Partnerschaften nutzen, um Projekte mit angepasster Technik Erneuerbarer Energien im Süden zu initiieren und zu fördern.
- Die Durchführung von Pilot- oder Leuchtturmprojekten, wie z. B. der Einsatz von Solaranlagen auf den Dächern denkmalgeschützter Häuser oder die Einrichtung eines städtischen Windparks, zeigen das Engagement der Städte und Gemeinden und können beispielgebend für die Bevölkerung sein.
- Die Kommune kann sich ein Ziel für die Nutzung Erneuerbarer Energien setzen und/oder an der Solarbundesliga teilnehmen (www.solarbundesliga.de).

Darüber hinaus sind Städte und Gemeinden aufgerufen, sich mit der Deklaration für das internationale Bürgermeisterforum und den weiteren Konferenzdokumenten zur „Local Renewables 2004“ auseinanderzusetzen und sie zu unterstützen (s. www.localrenewables2004.de). Richtungsweisende Selbstverpflichtungen zur Steigerung des Einsatzes von Erneuerbaren Energien und zur Verbesserung der Energieeffizienz zum Beispiel im Rahmen von Städte- und Agendapartnerschaften oder Twinningprojekten (Public-Public-Partnerships) sollten den Veranstaltern mitgeteilt werden, um sie in den Folgeprozess der Konferenz einzuspeisen.

Städte und Gemeinden können ihre ureigenen Aufgaben auf die zukünftige Energieversorgung orientieren, indem sie eine Solare Stadtplanung praktizieren.



Solaranlage auf dem Dach des Bundespresseamtes in Berlin



Fotos: DGS

Es sind bereits vielerorts erste und gute Schritte gemacht worden, die Energiegewinnung in eine andere Richtung zu bewegen.

2. GOOD-PRACTICE-BEISPIELE

Es sind bereits vielerorts erste und gute Schritte gemacht worden, die Energiegewinnung in eine andere Richtung zu bewegen. An dieser Stelle geht es insbesondere um regionale Beispiele, die jedoch das Potential haben, auch in größerem Rahmen umgesetzt zu werden oder die in häufiger Anwendung einen großen Beitrag zu einer nachhaltigen Energiepolitik leisten können. Es sind Beispiele, die Mut machen. Die Beispiele sollen auch zeigen, dass der Umstieg auf eine nachhaltige Energie-

gewinnung weitere positive Auswirkungen für die Region haben kann. So hilft beispielsweise der Umstieg oftmals der regionalen Wirtschaft und ist gerade in langfristiger Perspektive finanziell lohnend. Im Folgenden werden insbesondere Beispiele dargestellt, die innovative Ansätze realisieren, Erneuerbare Energien in der Gemeinde in großem Umfang ausbauen oder auf einer Zusammenarbeit verschiedener Akteure beruhen. Hierbei werden auch Beispiele für die kommunale Entwicklungszusammenarbeit einbezogen.

ERNEUERBARE ENERGIEN IM GESAMTKONZEPT

BIS 2005 100% ANTEIL ERNEUERBARER ENERGIEQUELLEN IN BRUCK AN DER LEITHA

Die Stadtgemeinde Bruck an der Leitha in Niederösterreich hat sich das ehrgeizige Ziel vorgenommen, die Wärme- und Stromversorgung bis 2005 zu 100 % auf Erneuerbaren Energiequellen beruhen zu lassen. Ziel ist es auch, besonders stark auf Energieträger zu setzen, die aus der Region stammen, um Transportwege zu reduzieren, Energie einzusparen und dadurch die Energiebilanz zusätzlich zu verbessern. Außerdem soll erreicht werden, dass die regionale Wirtschaft von dem Umstieg auf erneuerbare Energieträger profitiert. Der Umstieg sollte somit auch in seiner Eigenschaft als wirtschaftliche Entwicklungschance vor Ort zur Geltung kommen.

Biomasse reicht für ein Drittel der Haushalte

Es werden verschiedene Teilprojekte aufgebaut, die jeweils auf unterschiedlichen Energiequellen beruhen und in ihrer Gesamtheit die 100-%-ige Umstellung gewährleisten sollen. Der erste Teil der Anlagen besteht aus einem regionalen Biomasse-Kraftwerk, das insbesondere durch Hackschnitzel und Baumrinde befeuert wird, die die Landwirte bereitstellen.

Das Kraftwerk wird sowohl von kommunalen Einrichtungen als auch von Privatverbrauchern genutzt. Insgesamt decken etwa ein Drittel der Haushalte ihren Wärmebedarf aus Biomasse. Um das Ziel der 100-%-Versorgung aus Erneuerbaren Energien zu erreichen, ist es nicht nötig, alle Haushalte an das Kraftwerk anzuschlie-

ßen, weil durch die anderen Projekte zu Erneuerbaren Energien genügend Energie produziert wird, um die Lücke zu füllen.

Wind und Sonne in Kombination

Die weiteren Teile bestehen aus zwei Windparks, einer Photovoltaikanlage sowie einer Biogasanlage.

Beteiligungsmodelle mit der Bevölkerung zur Finanzierung

Alle Projektbausteine werden über Beteiligungsmodelle gemeinschaftlich finanziert, an dem die Bevölkerung den zentralen Anteil hat.

www.energiepark-bruck.at, www.100re.net

BÜRGER KAUFEN STROMNETZ UND STROMVERSORGER IN SCHÖNAU

Die Stadt Schönau im Schwarzwald steht neben ihrer ökologischen Stromversorgung auch für herausragendes bürgergesellschaftliches Engagement. Schönau hat neben zahlreichen weiteren Auszeichnungen 2003 den europäischen Solarpreis erhalten.

1997 wurde das Schönauer Stromnetz durch die Bürger gekauft und wird seitdem von ihnen, d. h. den Elektrizitätswerken Schönau mit 750 Gesellschaftern, betrieben. In der Konsequenz wird kein Atomstrom genutzt. Stattdessen werden konsequent Energiesparen und umweltfreundliche Neuanlagen gefördert. Seit 1998 wurde das Engagement noch ausgeweitet, indem von dem Zeit-

punkt sogar bundesweit dezentrale ökologische Anlagen gefördert werden. Dadurch konnten ca. 650 Anlagen (Photovoltaik, Kraft-Wärme-Kopplung, Wasserkraft, Biogas) in Bürgerhand realisiert werden. Der dort produzierte Strom entspricht in etwa dem Jahresverbrauch von 4.500 Durchschnittshaushalten.

Mittlerweile speisen die Elektrizitätswerke Schönau für über 23.000 Stromkunden bereits ökologischen Strom von Produzenten ein, die garantiert keine Kapitalbeteiligungen von Atomkraftwerksbetreibern oder deren Tochterunternehmen haben. Damit werden Kraftwerksbetreiber unterstützt, die sich für eine ökologische und innovative Stromwirtschaft einsetzen.

Übertragbarkeit

Die Voraussetzungen für den Kauf des Stromnetzes ist nicht in jeder Kommune gegeben, Schönau wird daher bis auf weiteres ein Einzelfall bleiben. Übertragbar ist jedoch das Modell der Bürgerbeteiligung beim Kauf der Stadtwerke oder der Kraftwerksbetreiber.

www.ews-schoenau.de

Die Stadtgemeinde Bruck an der Leitha in Niederösterreich hat sich das ehrgeizige Ziel vorgenommen, die Wärme- und Stromversorgung bis 2005 zu 100% auf Erneuerbaren Energiequellen beruhen zu lassen.



Windpark Bruck/Leitha: Halfertiger Stahlrohrturm mit zusammengebautem Rotor

Foto: Energiepark Bruck/Leitha

SONNE

Besonders auf dem Gebiet der Gewinnung von Energie durch Nutzung der Sonnenkraft hat sich in den letzten Jahren eine Menge getan. Bundesweit wurde dies durch verschiedene Förderprogramme unterstützt (z. B. 100.000-Dächer-Solarstrom-Programm). Es gab auch einige Initiativen anderer Akteure, die durch ihre großflächigen Dächer Potential in der Nutzung von Sonnenenergie gesehen haben. So nutzen z. B. immer mehr Kirchengemeinden ihre Dächer, um Solarstrom zu gewinnen (vgl. z. B. www.ev-kirche-rottweil.de/SolarAnl/solaranl.htm).

■ SOLARTHERMIE

AUF JEDEN NEUBAU EIN SOLARKOLLEKTOR – BUNDESWEIT ERSTE SOLARVERORDNUNG IN VELLMAR

In der Stadt Vellmar (19.000 Einwohner) bei Kassel wird mit dem neuen Instrument der Solarverordnung der Anteil an solarthermisch gewonnener Energie erhöht.

Erste Baupflicht für Sonnenkollektoren

Vellmar ist mit dem Weg der Baupflicht von solarthermischen Anlagen bei Neubauten ein bundesweiter Vorreiter. Diesen Weg schlägt die Stadt bei ihrem Baugebiet „Auf dem Osterberg“ mit rund 350 Wohneinheiten auf ca. 12 ha Fläche ein. Insgesamt sind ca. 95% aller Baugrundstücke verkauft worden, wobei jeder Neubau des Gebietes mit einem Sonnenkollektor ausgestattet sein wird.



Foto: www.solarserver.de/ F. Longo

Solarer sozialer Wohnungsbau in Vellmar: Im Stadtteil Frommershausen werden 55 Quadratmeter Kollektorfläche installiert

Die Grundlage dafür ist die Solarverordnung Vellmars, die 2002 in dem Baugebiet den Sonnenkollektor auf dem Dach eines Neubaus zur Pflicht gemacht hat. Der „Städtebauliche Solarvertrag“ schreibt vor, dass mindestens 50% des Energiebedarfs für die Brauchwassererwärmung solar gewonnen werden müssen. Darüber hinaus müssen Häuser, die nach Süden ausgerichtet sind, weitere 10% des Energiebedarfs für die Raumheizung solar gewinnen.

Gegenleistung für die Bauherren

Die Solarverordnung ist jedoch keine einseitige Verpflichtung für den Bauherrn, stattdessen wird er im Rahmen des städtebaulichen Vertrages durch Beratungsleistungen gefördert. Der Bauherr hat damit Anspruch auf eine kostenlose Energieberatung bei einer Energieagentur. So wird ihm der Bau und die Finanzierung der Anlage erleichtert und die Technik vertraut gemacht. Insbesondere wird dadurch auch die Akzeptanz von Solarenergie bei den Einwohnern erhöht.

Wirkung und Übertragbarkeit des Vertragsmodells

Der städtebauliche Vertrag ist in seiner derzeitigen Form zwar nicht darauf angelegt, zu einer solaren Vollversorgung des Wohngebiets zu führen, dennoch werden durch ihn erhebliche Entlastungen erreicht. So wird durch die Nutzung der Sonnenkollektoren in der Siedlung im Sommerhalbjahr kein Erdgas verbraucht. Perspektivisch erscheint es jedoch möglich, mit einer ähnlichen Regelung, die evtl. noch andere Energietechniken wie z. B. Kraft-Wärme-Kopplung einbezieht, eine noch stärkere Wirkung entfalten zu können. Die Initiatoren planen dafür eine Novellierung des Vertrages, die einige funktionierende Mechanismen weiter verfeinert. So soll die Unterstützung der Bauherren ausgebaut werden, sowohl auf der Beratungs- als auch auf der Finanzierungsebene, um die Anreize für die Investition zu verstärken. Die Förderung hat für die Gemeinde auch wirtschaftliche und finanzielle Vorteile, weil die Investitionen in die neuen Energiesysteme und deren Gebrauch den ansässigen Unternehmen zu Gute kommen. Damit werden auch die regionale wirtschaftliche und Arbeitsplatzsituation gestärkt und die Steuereinnahmen der Stadt erhöht. Mit der Überarbeitung seitens der Initiatoren soll zugleich ein Vertragsmodell entstehen, an dem sich andere Kommunen orientieren können.

www.vellmar.de



Photovoltaikanlagen des Willibrord-Gymnasiums in Emmerich am Rhein und des Aggertal-Gymnasiums in Engelskirchen

■ PHOTOVOLTAIK

100.000 WATT SOLARENERGIE FÜR SCHULEN

Initiiert wurde das Projekt im Jahr 2000 vom Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie, das die Initiative auch wissenschaftlich begleitet.

Zielgruppe Schüler

Die 100.000-Watt-Solar-Initiative für Schulen hat insbesondere Schüler (und ihre Eltern) als Zielgruppe. Pro Schüler sollen durch eine Photovoltaikanlage ca. 50 Watt Leistung installiert und weitere 50 Watt Leistung eingespart werden. Dadurch werden sowohl die vorhandenen Dächer der Schulen für die solare Stromerzeugung genutzt als auch gleichzeitig die Schüler für das Thema Erneuerbare Energien und Energieeinsparung sensibilisiert.

Einsparpotential öffentlicher Schulen

Zunächst wurde das Aggertal-Gymnasium in Engelskirchen energetisch saniert und eine 43-kW-Photovoltaikanlage installiert. In einem zweiten Schritt wurden die Beleuchtungs-, Wasser- und Wärmeanlagen des Willibrord-Gymnasiums in Emmerich am Niederrhein saniert und eine 50-kW-Photovoltaikanlage sowie ein 50-kW-Blockheizkraftwerk errichtet.

Innovative Finanzierung unter Beteiligung der Betroffenen

Der wirtschaftliche Aspekt spielt bei der Initiative eine wichtige Rolle und wird innovativ angegangen, indem das Projekt in ein „Contracting-Modell“ integriert wurde. An diesem sind insbesondere die Schüler, deren Eltern und Lehrer beteiligt. Sie können Anteilsscheine für mindestens 500 Euro kaufen. Auch Anleger, die keinen Bezug zur Schule haben, können - für einen höheren Preis - Anteile erwerben. Auf diese Art sollen insgesamt 360.000 Euro Kapital durch stille Beteiligungen eingeworben werden. Geplant ist eine jährliche Rendite von fünf bis sechs Prozent, bei einem Jahresertrag der Solaranlage von 750 kWh pro installiertem Kilowatt Leistung. Die übrigen Investitionskosten werden durch einen Zuschuss aus dem Programm für Rationelle Energieverwendung und Nutzung unerschöpflicher Energiequellen (REN) des Landes NRW und Bankkredite gedeckt. Ähnliche Beteiligungsmodelle inkl. der nötigen Zuschüsse des REN sind für drei weitere Schulen gesichert.

www.solarundspaar.de

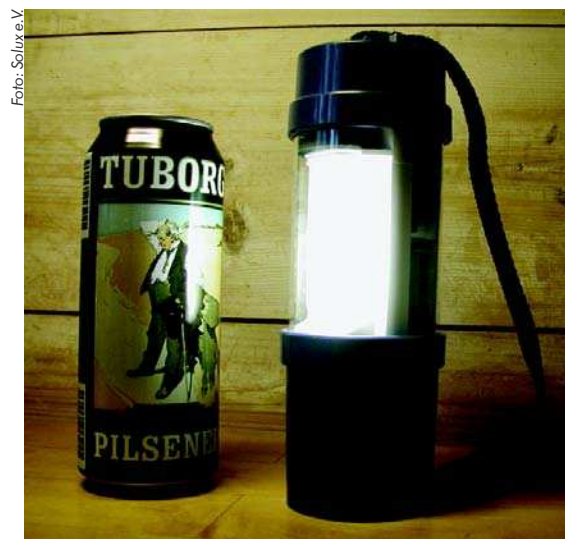
GRÜNDUNG VON MONTAGEWERKSTÄTTEN FÜR SOLARLEUCHTEN IN LATEINAMERIKA

Etwa ein Drittel der Peruaner(innen) sind nicht an das Stromnetz Perus angeschlossen und benutzen daher abends und nachts Petroleum- oder Kerosinlampen. Mit dem Einsatz von kleinen, dezentralen photovoltaischen Energiesparlampen kann hier viel Brennstoff eingespart sowie bisher auftretende Augenschäden vermieden werden.

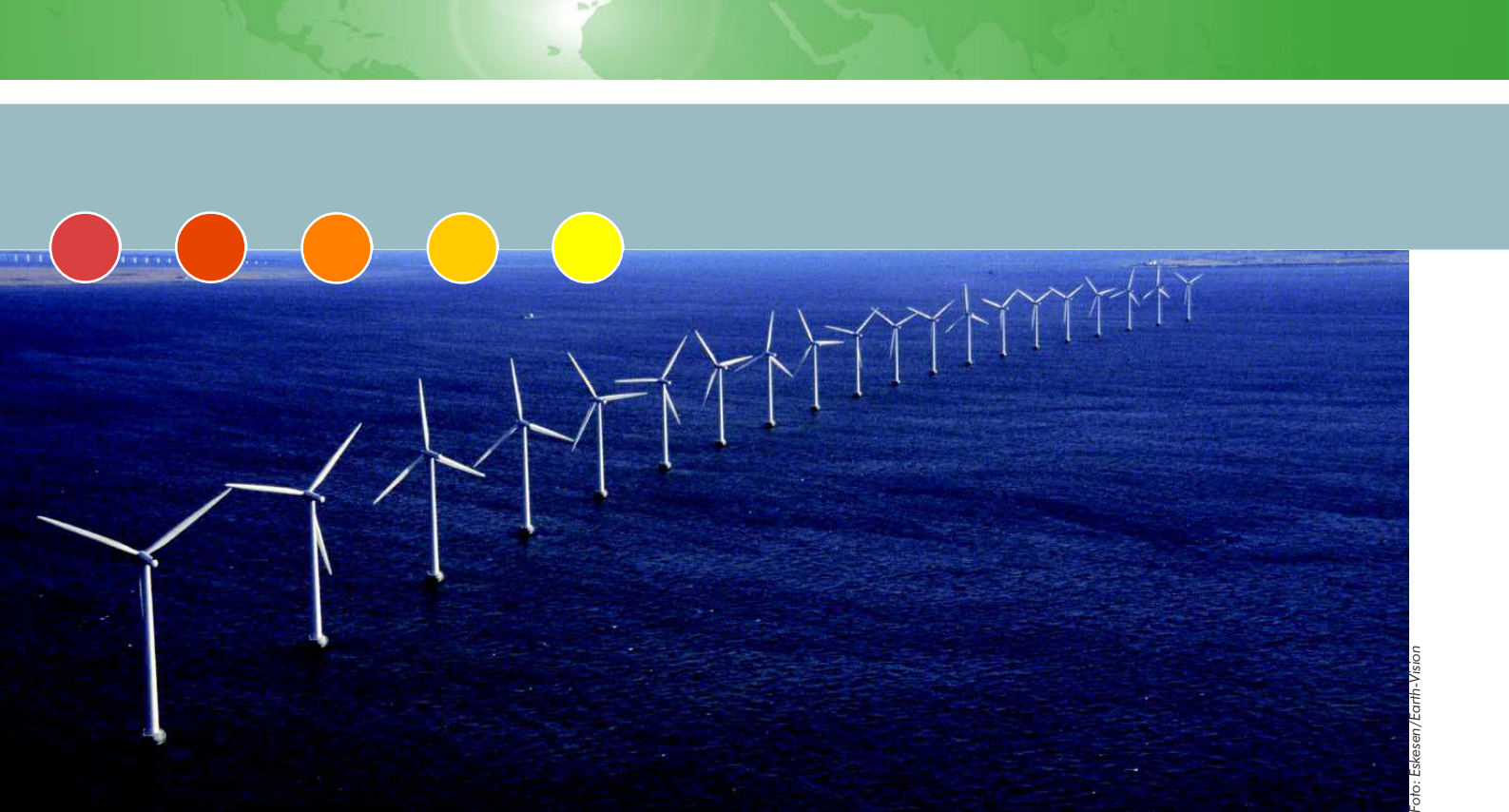
In einem Gemeinschaftsprojekt des Solux e. V. und der Ludwig-Bölkow-Stiftung wird eine preisgünstige Lösung für Solarleuchten für diese Personen realisiert. Die mobilen Akkuleuchten können für drei bis fünf Stunden leuchten und werden tagsüber geladen. Die Leuchten und Module können in einfachen Werkstätten in Peru montiert werden. So verbessert sowohl die Herstellung als auch die Nutzung der Lampen die Entwicklungsmöglichkeiten der Bewohner(innen).

Finanziert und eingerichtet werden die Werkstätten und Systeme auch von Spendern und karitativen Organisationen. Die Leuchten selbst werden zum Selbstkostenpreis verkauft. Die Gemeinde Taufkirchen bei München hat im Rahmen ihrer Lokalen Agenda 21 eine Solarlampen-Werkstatt in Mexiko eingerichtet. Insgesamt wurden bereits mehr als 21.000 Systeme verkauft und 38 Montagestätten eingerichtet.

www.solux.org



SOLUX-I beleuchtet eine Bierdose



Off-Shore Windpark „Middelgrunden“ vor Kopenhagen

WIND

Auch die Energiegewinnung durch die Nutzung von Wind hat bereits eine längere Tradition, erfordert jedoch eine grundsätzlich andere Herangehensweise als die Nutzung der Sonnenenergie. Während bei Solaranlagen einzelne Bürgerinnen und Bürger initiativ werden können, sind bei dem Bau von Windkraftanlagen nicht zuletzt wegen der hohen Investitionskosten und des großen Bedarfs an Land die Kommunen stärker gefordert. Aber auch hier kann es zu produktiven Kooperationen und Beteiligungsformen zwischen Unternehmen, Kommunen und Bürger(inne)n kommen.

LICHTENAU: EINER DER GRÖßTEN BINNENLAND-WINDPARKS

Auf einer Gesamtfläche von 380 ha stehen 62 Windenergieanlagen mit einer Nennleistung von 36 MW, die bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von ca. 6 m/s eine Jahresleistung in Höhe von 65 Mio. kWh erzeugen. Dies entspricht dem Strombedarf von rund 50.000 Einwohnern. Damit handelt es sich um einen der größten Windparks Europas.

Ein „integrierter Bürgerwindpark“

Interessant ist der Windpark v. a. aufgrund seiner Eigentümerstruktur: Der „integrierte Bürgerwindpark“ wird von diversen Privateigentümern betrieben. Insgesamt waren für die Errichtung des Parks ca. 34 Mio. Euro nötig. Finanziert wurde dies u. a. durch Fördermittel des Bundeslandes und der Europäischen Union.

www.energieteam.com

VORSORGENDE ENTWICKLUNGSZUSAMMENARBEIT: WINDPARK ZAFARANA IN ÄGYPTEN

Dass eine sinnvolle, ressourcenschonende Energiegewinnung gut mit einer vorsorgenden Entwicklungszusammenarbeit harmonieren kann, zeigt der Windpark in Zafarana, Ägypten. Derzeit erfolgt in Ägypten die Stromversorgung zu 80 % auf der Basis thermischer Kraftwerke, die mit erheblichen Umweltbelastungen verbunden sind. Um die Belastungen zu mildern, wurde von der ägyptischen Regierung beschlossen, die Erneuerbaren Energien zu fördern und deren Potentiale besser zu nutzen. Ziel der ägyptischen Regierung ist es dabei, bis zum Jahr 2005 fünf Prozent der nachgefragten Energie aus regenerativen Quellen bereitzustellen. Im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit ist Deutschland bei der Umsetzung des bisher umfangreichsten Einzelvorhabens beteiligt.

Größe und Wirkung des Windparks

Das Einzelvorhaben besteht aus einem Windpark in Zafarana, mit dem auf kosteneffiziente Weise umweltschonend Energie erzeugt werden soll. Zielgröße für das Projekt ist eine Gesamtleistung von 70 bis 80 MW. Durch die Installierung der Windkraftanlagen werden pro Jahr etwa 250 Gigawattstunden elektrischer Energie in das nationale Netz eingespeist. Das führt zu einer jährlichen Einsparung von mehr als 200.000 Tonnen CO₂.

www.bmz.de

WINDKRAFT AUF DEM WASSER: OFFSHORE-WINDPARK „MIDDELGRUNDEN“

Eine um etwa 40% effektivere Ausnutzung von Windkraft als im Binnenland ist auf dem Wasser möglich. Daher werden dort zunehmend „Offshore-Windparks“ etabliert. Etwa 2 km vor der Küste östlich von Kopenhagen liegt der Offshore-Windpark Middelgrunden. Er besteht aus 20 Anlagen à 2 MW, so dass insgesamt eine Gesamtleistung von 40 MW erreicht wird. Damit werden ca. 100 GWh im Jahr erreicht. Das entspricht ca. 4% des Stromverbrauchs der Stadt Kopenhagen.

Bürgerschaftliches Engagement für den Windpark „Middelgrunden“

Middelgrunden ist der größte Windpark, der auf einer Betreiberstruktur basiert, die einen großen Energieversorger und die Verbraucher/Bürger(innen) gleichermaßen miteinbezieht. Um die Akzeptanz der Bürger(innen) für das Projekt zu gewährleisten, wurden diese intensiv informiert und in die Planungen für den Windpark eng miteinbezogen. So ist die Hälfte des Windparks in Besitz von über 8.500 Verbrauchern, die Anteile am Windpark gekauft und sich zu einem Konsortium zusammengefunden haben. Die meisten Anteilseigner sind Privatleute aus der Region Kopenhagen, aber auch kleinere Unternehmen, Organisationen und Vereine gehören dazu. So haben z.B. auch zwei Gewerkschaften Anteile gekauft und betreiben ihre Gebäude mit dem Strom aus dem Windpark. Die andere Hälfte gehört einem großen dänischen Stromversorger, so dass sich die Erfahrung eines großen Energieversorgers und die Verbraucherinteressen bereits in der Produktion des Stroms zusammenfinden. Alle Planungen und Absprachen sind daher jeweils im Einvernehmen gemeinsam getroffen worden. Mit der Fertigstellung des Windparks werden von jedem der beiden Partner jeweils zehn Anlagen betrieben, wobei beide noch immer stark miteinander kooperieren.

www.middelgrunden.dk

DER ERSTE PRIVAT FINANZIERTER WINDPARK IN BRASILIEN

Im Nordosten Brasiliens herrscht eines der attraktivsten Windklimata in Lateinamerika. Fortaleza bietet daher gute Voraussetzungen für den ersten privatfinanzierten Windpark Brasiliens.

Zusammenarbeit von deutschen und brasilianischen Unternehmen, Versorgern und Organisationen

Gebaut und betrieben wird der 15-MW-Windpark von der Wobben Windpower Sorocaba Ltd., einem Tochterunternehmen der Enercon GmbH, dem größten Windanlagenhersteller in Deutschland.

Der Bau der Anlage barg ein finanzielles Risiko, da die bei Hartwährungsfinanzierungen übliche Währungsabsicherung nicht gewährt wurde. Das Risiko, dass die Umsatzerlöse abgewertet werden, liegt bei der Projektgesellschaft und erforderte besonderes Engagement von Seiten des Unternehmers und des Financiers. Der Betreiber des Projekts übernahm auch das Projektkapital und die Deutsche Investitions- und Entwicklungsgesellschaft mbH (DEG) sicherte durch ihr Darlehen die Finanzierung. Sie ist der einzige Darlehensgeber, da Geschäftsbanken aufgrund des Länder- und Währungsrisikos von einer langjährigen Projektfinanzierung Abstand nahmen.

Entwicklungszusammenarbeit, Wirtschaftsförderung und Umweltschutz

Der Windpark zeigt Ergebnisse auf unterschiedlichen Feldern: Er ist ein großer Faktor im Umweltschutz, indem eine Belastung von rund 57.000 Tonnen CO₂ pro Jahr erspart wird. Diese Menge entspricht der Menge, die ein deutsches Kohlekraftwerk bei gleicher Stromproduktion emittiert. Die Anlage produziert mit 30 Turbinen 54 Mio. kWh Strom - das entspricht dem Jahresverbrauch von mehr als 10.000 Haushalten.

Nicht zuletzt wird durch das Projekt auch ein deutsches Unternehmen, das seine Technologie ins Ausland exportieren kann, und die regionale Wirtschaft um São Paulo, wo die Rotorblätter der Turbinen produziert werden, gefördert.

[www.deginvest.de/german/home/
unser_Leistungsangebot/Projektbeispiele/PB_Liste/
Infrastr_Brasilien/index.html](http://www.deginvest.de/german/home/unser_Leistungsangebot/Projektbeispiele/PB_Liste/Infrastr_Brasilien/index.html)



In der Nähe von Fortaleza entstand mit deutscher Unterstützung der erste privatfinanzierte Windpark Brasiliens

WASSER

BASEL: 90% STROM AUS WASSERKRAFT

Immerhin 90% des Stroms bezieht die Stadt Basel aus Erneuerbaren Energien (Wasserkraft). Der Rest stammt aus Kraft-Wärme-Kopplung, Windkraft und Solarenergie.

www.iwb.ch/site/1_1_1.php

WASSERKRAFT IN NEPAL

Das rohstoffarme Nepal wendet fast ein Viertel seiner Deviseneinnahmen für den Import von fossilen Brennstoffen auf. Zum Kochen und Heizen wird vorwiegend Holz genutzt. Drei Viertel des gesamten nepalesischen Energieverbrauchs entfallen auf diese traditionelle Energiequelle.

Die richtige Energiequelle für die richtige Region

Nepal verfügt über ein großes Potential an Wasserkraft im Umfang von mehr als 40.000 MW und ist daher prädestiniert, dieses zur Gewinnung von Energie zu nutzen. Perspektivisch könnte - angesichts des steigenden Strombedarfes in Indien - Nepal in Zukunft sogar umweltfreundlich erzeugten Strom exportieren.

Bei dem Upper Bhote Koshi Wasserkraftwerk handelt es sich um ein 36-MW-Fließ-Wasserkraftwerk. Es produziert jährlich im Durchschnitt ca. 246 GWh Strom und erhöht die Stromerzeugung Nepals um ca. 10%.

Internationale Zusammenarbeit bei der Finanzierung

In Zusammenarbeit mit der International Finance Corporation (IFC), Washington, D.C. und der Deutschen Investitions- und Entwicklungsgesellschaft mbH (DEG) wurde dabei auf Projektfinanzierungsbasis ein Investitionsvolumen in Höhe von insgesamt 98 Mio. US-\$ realisiert. In Zusammenarbeit mit dem lokalen Partner Himal International Power Corporation ist neben dem Ingenieurbüro Harza Engineering Company, USA, im Wesentlichen Panda Energy International, ein Kraftwerksbetreiber aus den USA, für die Entwicklung des Projektes verantwortlich. Das Sponsorenrisiko wird von zwei weiteren Partnern getragen. Die für den Bau des Kraftwerkes verantwortliche Bhote Koshi Kraftwerksgesellschaft ist zugleich Besitzer und Betreiber des Kraftwerkes. Der erzeugte Strom wird im Rahmen eines Stromabnahmevertrages mit einer Laufzeit von 25 Jahren an das staatliche nepalesische Stromversorgungsunternehmen verkauft.

www.deginvest.de/german/home/unser_Leistungsangebot/Projektbeispiele/PB_Liste/Infrastr_Nepal/index.html

WELLENKRAFTWERK IN DÄNEMARK

Der „Wave Dragon“ ist ein Prototyp eines neuen Wellenkraftwerks, das in dem Fjord „Nissum Bredning“ in Dänemark verankert wurde. Es fängt mit zwei riesigen Stahlarmen, so genannten Wellenreflektoren, die Wellen ein, konzentriert sie und erzeugt beim Abfluss des Wassers durch Turbinen Strom. Auf diese Art soll er 20 kW Strom produzieren. Fernziel ist es, mit der Großausführung 2006 (260 m breiten Wellensammlern, 120 m Rampenbreite und 33.000 Tonnen Gewicht) ungefähr 10-12 Gigawattstunden jährliche Leistung zu erzeugen.

www.wavedragon.net



Foto: Wave Dragon/Earth-vision.biz

Der „Wave Dragon“ ist ein Prototyp eines neuen Wellenkraftwerks, das in dem Fjord „Nissum Bredning“ in Dänemark verankert wurde.

BIOMASSE

Gerade in Gegenden mit dünner Besiedelung und landwirtschaftlich geprägter Wirtschaftsstruktur bietet sich die Gewinnung von Energie aus Biomasse an.

BIOMASSE IN DER GEMEINDE KÖRLE

Die Gemeinde Körle hat für dieses Engagement den deutschen Solarpreis 2003 in der Kategorie „Städte und Gemeinden oder Stadtwerke“ erhalten.

Strom für Grundstücke, Schule, Kindergarten und eine Halle

Für das Neubaugebiet „Auf dem Hollunder“ wurde im Jahr 2000 eine Holzhackschnitzel-Wärmeversorgung entwickelt, über die insgesamt 91 Grundstücke, eine Schule, ein Kindergarten und eine Mehrzweckhalle versorgt werden können. Mit dem Holzkessel (ca. 320 kW) wird die Grundlast bereitgestellt, für zusätzliche Leistungen kann ein Ölbrenner zugeschaltet werden. Auf lange Sicht kann dieser evtl. auch mit Rapsöl betrieben werden. Insgesamt konnten im Jahr 2003 dadurch im Jahresmittel ca. zwei Drittel der gesamten Wärmeproduktion des Neubaugebietes gewonnen werden.

Biomasse, Windkraft und Photovoltaik in Kombination

Die integrierte Herangehensweise wird deutlich durch die konsequente Umsetzung des Gesamtkonzeptes Erneuerbare Energien. So wurden auf dem Dach des Holzhackschnitzellagers drei Photovoltaikanlagen und im Außenbereich von Körle zwei Windkraftanlagen errichtet.

Initiiert von Lokaler Agenda 21 und privat finanziert

Durch die finanzielle Beteiligung von 62 Bürger(innen) von Körle ist dies auch ein gutes Beispiel für privatfinanzierte Windkraftanlagen im Binnenland. Die örtliche Lokale-Agenda-21-Gruppe war an der Förderung der Projekte stark beteiligt.

www.koerle.de

BIOMASSE ALS WICHTIGSTER TEIL IM 100%-KONZEPT IN LÜCHOW-DANNENBERG

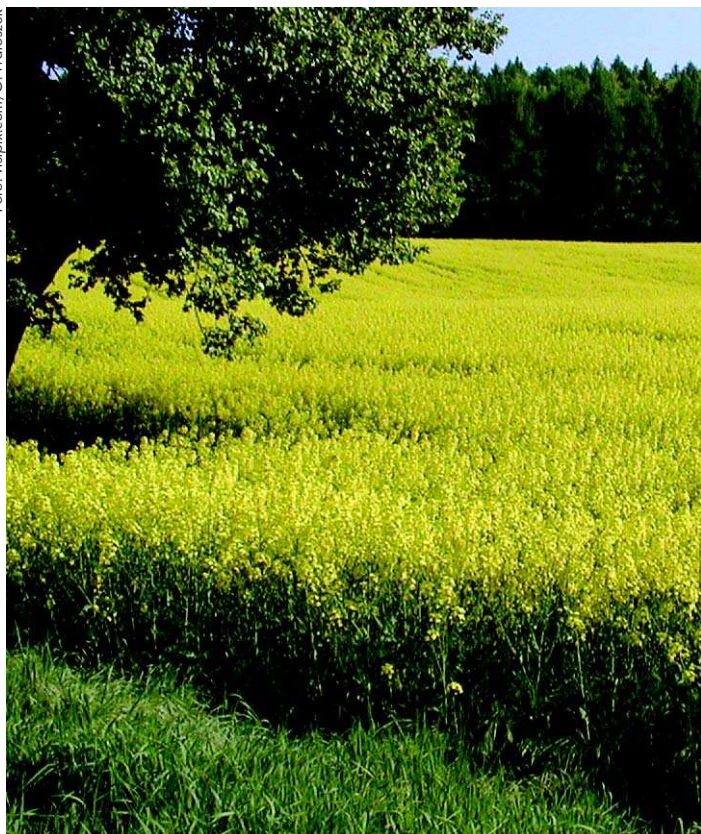
In der Region Wendland-Elbetal wird in dem Ausbau Erneuerbarer Energien nicht nur der Umweltschutzfaktor gesehen, sondern auch sein Potential als wirtschaftlicher Faktor. Der Landkreis möchte sich diese Potentiale zu eigen machen und hat im Kreistag einstimmig beschlossen, den Landkreis in 10 bis 15 Jahren zu 100% aus Erneuerbaren Energiequellen zu versorgen. Im September

Foto: Gemeinde Körle



Holzhackschnitzellager in der Gemeinde Körle

Foto: visipix.com/G. Waloszek





2003 wurde diese Zielsetzung in das vom Kreistag verabschiedete Regionale Raumordnungsprogramm aufgenommen. Zentraler Bestandteil des Konzeptes ist die Integration des Ziels in bestehende Programme der EU und des Landwirtschaftsministeriums zur Förderung einer nachhaltigen ländlichen Entwicklung („Leader+“-Konzept der Region und „Regionen aktiv“). Dadurch geht die Gebietskulisse über den eigentlichen Landkreis hinaus und umfasst einige Kommunen des Landkreises Lüneburg.

Starke Akteurskooperation

Gesteuert werden die Projekte in einem Fachgremium „Energie“. In diesem findet der Abstimmungsprozess mit allen wichtigen Akteuren statt. Damit ist eine stete Vernetzung aller relevanten Akteure für das Projekt gewährleistet. Im Zuge des Agenda-21-Prozesses, der zum Kreistagsbeschluss geführt hat, gab es eine intensive Bürgerbeteiligung. So werden diese Projekte auch durch eine Betreibergesellschaft (GbR) finanziert, in der sich Bürgerinnen und Bürger organisiert haben.

Biogas als unterstützende Maßnahme für die Energieversorgung

Zur Unterstützung der Biomasse wurde eine Biogasanlage gebaut, die ca. 5.000 Haushalte mit Strom versorgen kann. Sie nutzt dafür die Abfallprodukte der angrenzenden Stärkefabrik (Fruchtwasser und Pülpe). Eine weitere Biogasanlage ist im Bau. Neben diesen

größeren Anlagen besteht eine Reihe von landwirtschaftlichen Hofanlagen. Zusätzlich gibt es Fortschritte auf der kleineren Ebene: So hat ein Schlachthof seine LKW-Flotte auf die Nutzung von kaltgepresstem Rapsöl umgestellt und zwei Ölmühlen errichtet. Geplant ist die stärkere Nutzung von Holz und Getreide als Heizstoffe für die Wärmeversorgung.

Begleitende Bausteine

Dem Landkreis geht es jedoch nicht allein um den Aufbau von neuen Anlagen. Im Gesamtkonzept sind auch Energieeinsparung und Bildung zu Themen der Erneuerbaren Energien ein wichtiger, die anderen Maßnahmen begleitender Baustein. Es gibt beispielsweise einen Energiesparwettbewerb sowie Workshops und Schulungen zu allen erneuerbaren Energiequellen. Solarthermie- und Photovoltaikanlagen auf Dächern pädagogischer Einrichtungen entfalten Wirkungen im Bildungsbereich.

www.luechow-dannenberg.de

DEZENTRALE BIOGASANLAGEN IN NEPAL

Neben Wasserkraft gibt es mit Biogas in Nepal eine zweite, umweltschonende Energie zu gewinnen. Die Nutzung von Biogasanlagen zeigt, dass diese dezentrale Energieversorgung zusätzlich effektiv und preiswert ist. Das gilt insbesondere für Entwicklungsländer mit Gebieten von ländlichem Charakter. Seit 1975 fördert die Regierung von Nepal den Bau von Biogasanlagen. Seit 1997 wird sie dabei von der Kreditanstalt für Wiederaufbau aus Deutschland mit 15 Mio. Euro unterstützt.

Gerade dezentral und kleinteilig sehr ergiebig

Die Biogasanlagen liefern Gas für Herde und Lampen. Bereits ab zwei Rindern kann eine solche Anlage betrieben werden. Die häuslichen Latrinen werden ebenfalls angeschlossen. Der erzeugte vergorene Faulschlamm wird kompostiert und so zum wertvollen Dünger. Bisher wurden im Rahmen des Projektes 100.000 Biogasanlagen installiert. Bis 2009 sollen weitere 200.000 Anlagen folgen.

Die Bauern als Betreiber der Anlagen

Die Projektmittel werden über die Agricultural Development Bank of Nepal an die lokalen Anlagenbauer geleitet. Ein Teil der Mittel wird als Baukostenzuschüsse gewährt. Die Bauern sind Auftraggeber, erbringen Eigenleistungen und betreiben später die Anlagen. So beteiligen sie sich maßgeblich an den Gesamtkosten des Programms.

www.kfw-entwicklungsbank.de/DE/Aktuelles/Erneuerbar40/Biogasanla.jsp



Foto: BSP Nepal

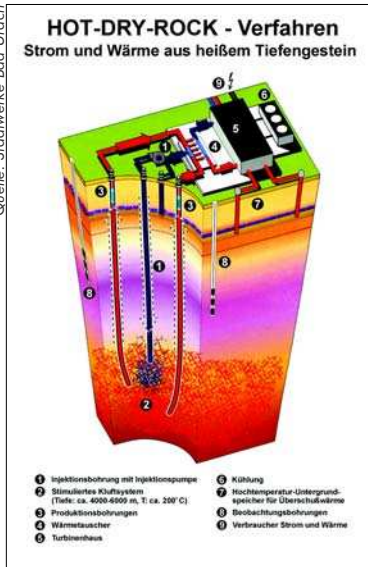
Saubere Lösung in Nepal: Der Biogaskocher ersetzt das offene Feuer

Foto: BPA



Dicke Rohrleitungen leiten den Dampf aus der Erde zum Kraftwerk

Quelle: Stadtwerke Bad Urach



ERDWÄRME

HOT-DRY-ROCK-PROJEKT IM ELSASS

Im Elsass versucht ein u. a. von der EU mitfinanziertes deutsch-französisches Pilotprojekt mit Bohrungen in 5.000 m Tiefe in eine Gegend vorzustoßen, die sich für einen besonders wirtschaftlichen und effizienten Kraftwerksbetrieb eignen soll. Die Anlage des Hot-Dry-Rock-Projektes soll nach ihrer Fertigstellung das weltweit tiefste Zirkulationssystem sein. Ist die Anlage erfolgreich, so könnten in Europa weitere Kraftwerke nach ihrem Muster entstehen. Bis 2005 will man schließlich mit der kompletten Pilotanlage ans Netz gehen. Dann wird sie etwa 5.000 Haushalte mit Strom und Wärme versorgen können.

www.geothermie.de/bad_urach2.htm

KENIA: ERDWÄRME STATT WASSERKRAFT

Kenia erzeugt ca. 60% seiner Elektrizität durch Wasserkraftwerke. Jedoch hat das afrikanische Land eher Wassermangel als -überfluss und wird regelmäßig von Dürren heimgesucht. Für Kenia empfiehlt sich daher als Alternative eine Energiequelle, die auf eigenen Potentialen basiert und nicht importiert werden muss.

Nach Dampf gebohrt

In Olkaria, rund 90 Kilometer nordwestlich der kenianischen Hauptstadt Nairobi, wurden drei Kraftwerke aufgebaut, die durch Erdwärme („Geothermie“) Energie ge-

winnen. Aus kochend heißen Erdschichten tief unter der Oberfläche steigt unter hohem Druck Wasserdampf auf. Rohrleitungen leiten den heißen Dampf aus 2000 m tiefen Bohrlöchern zu drei Kraftwerken, wo er über Wärmetauscher zum Antrieb von Turbinen genutzt wird. Das älteste Kraftwerk läuft zuverlässig bereits seit den achtziger Jahren. Olkaria II ist das neueste und leistungsfähigste Kraftwerk. Entstanden ist es u. a. mit finanzieller Unterstützung durch das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit (BMZ). Seit 2003 ist das 64-MW-Kraftwerk am Netz.

Anteil der Geothermie von sechs auf elf Prozent

Mit dem neuen Erdwärmekraftwerk hat Kenia den Anteil der Geothermie an der Stromerzeugung von sechs auf elf Prozent steigern können. Damit ist die kenianische Stromversorgung deutlich sicherer geworden, denn Erdwärme ist eine kostengünstige und zuverlässige Energiequelle, die unabhängig von Wind, Regen oder Sonne immer bereit steht. Olkaria ist daher ein Modell für die gesamte Region und die Nachbarländer mit ähnlichen Erdwärmevorkommen. Deshalb werden auch weiterhin mit Hilfe aus dem Geothermie-Programm GEOTHERM des BMZ zusätzliche Erdwärmefelder erkundet.

www.bmz.de/themen/Handlungsfelder/energie/energie200/energie240.html



3. SERVICETEIL

Zum Thema Erneuerbare Energien gibt es inzwischen schon eine Vielzahl hilfreicher und informativer Internetseiten in deutscher Sprache, die laufend aktualisiert werden. An dieser Stelle sollen einige dieser Seiten vorgestellt und auf wichtige Publikationen hingewiesen werden. Der Schwerpunkt liegt bei Webseiten, die interessante Informationen für die kommunale Ebene beinhalten. Ein besonderes Augenmerk wurde auf bestehende Fördermöglichkeiten gelegt. Auch ausgewählte englische Seiten wurden berücksichtigt.

+++

ERNEUERBARE ENERGIEN ALLGEMEIN

Das *Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit* betreibt einige gute Internetseiten zum Thema Erneuerbare Energien. Unter www.bmu.de (Kategorie Erneuerbare Energien) und www.erneuerbare-energien.de gibt es viele grundsätzliche Informationen, statistische Angaben, Hinweise zur aktuellen gesetzlichen Lage und Links. Es lohnt sich auch unter Downloads die Veröffentlichungen des *Umweltministeriums* einzusehen.

Das *Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung* bietet zu Erneuerbaren Energien Informationen unter www.bmz.de/themen/handlungsfelder/energie (etwa zum Programm Nachhaltige Energie für Entwicklung).

Die *Deutsche Energie-Agentur (DNA)*, Tel. 0800/73 67 34) hält unter www.thema-energie.de zahlreiche (einführende) Artikel über Energiesparen und Erneuerbare Energien bereit. Man bekommt hier auch einen Einstieg in die Förderprogramme der Bundesregierung und erhält Informationen zur *Exportoffensive Erneuerbare Energien*.

Das *Netzwerk Erneuerbare Energien Nord-Süd* gründete sich anlässlich der Internationalen Konferenz für Erneuerbare Energien „Renewables 2004“. Der Zusammenschluss von Umwelt-, Entwicklungs- und Branchenverbänden für Erneuerbare Energien veröffentlichte die Broschüre „Die globale Energiewende – Erneuerbare Energien als Weg zu Entwicklung und Klimaschutz“ und gibt unter www.ee-netz.de hilfreiche Hinweise zu Veranstaltungen zum Thema Erneuerbare Energien in Deutschland, Veröffentlichungen und Links.

+++

BEREICHE ERNEUERBARER ENERGIEN

Bei den einzelnen Bereichen der Erneuerbaren Energie befassen sich die umfassendsten Websites mit dem Thema Sonne. Diese bieten sowohl ganz spezifische Informationen wie z.B. www.solarroller.de oder www.solarofen.de, aber auch vor allem Informationen genereller Art. So gibt es z.B. reichhaltige Informationen und eine große Anzahl weiterer Links unter www.solarserver.de, www.dgs.de, www.solarinfo.de, der Solarbundesliga (www.solarbundesliga.de) oder bei der Unternehmensvereinigung Solarwirtschaft: www.solarwirtschaft.de (Tel. 030/440 09-123) mit weiteren Portalen wie www.solarfoerderung.de (s. KfW).

Websites zu den anderen Energiebereichen finden sich nicht ganz so zahlreich. Im Bereich Windenergie gibt es aktuelle Informationen insbesondere auf den Seiten des Bundesverbandes Windenergie (www.wind-energie.de), des europäischen Pendant „European Wind Energy Association (EWEA)“ (www.ewea.org), der Website der Windmesse (www.windmesse.de) sowie auf www.windkraft.de. Der Bundesverband Deutscher Wasserkraftwerke bietet auf seiner Website Informationen und weitere Links zum Thema Wasserkraft (www.wasserkraft.org).

Informationen zu den übrigen Energiebereichen gibt es vor allem auf Seiten, die über alle Formen Erneuerbarer Energie informieren. Insbesondere bietet das Internationale Wirtschaftsforum Regenerative Energien (www.iwr.de) über einen Newsticker aktuelle Informationen und gibt zusätzlich für jeden Bereich Tipps für Fördermöglichkeiten. Eine sehr umfangreiche, wenn auch nicht stringent aktuelle Linkliste findet sich unter www.energielinks.de.

+++

RENEWABLES UND LOCAL RENEWABLES 2004 IN BONN

Alle Informationen rund um die *Internationale Konferenz für Erneuerbare Energien „Renewables 2004“* - Programm, Offizielle Dokumente, internationale Veranstaltungen etc. - im Juni 2004 in Bonn lassen sich der Website www.renewables2004.de entnehmen.

Informationen zum *Internationalen Bürgermeisterforum*, das vom 29.-30.06.04 stattfindet, finden Sie hier: www.localrenewables2004.de.

Internationale Nichtregierungsorganisationen (*Citizens United for Renewable Energy and Sustainability*) betreiben die Seite www.cures-network.de. Dort findet sich u.a. eine Erklärung zur Konferenz für Erneuerbare Energien: *Die Zukunft ist erneuerbar*. S. auch das *Netzwerk Erneuerbare Energien Nord-Süd*: www.ee-netz.de (s.o.).

+++

FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Informationen zu einzelnen Förderprogrammen sind im Internet an verschiedenen Stellen aufgeführt:

Förderdatenbank des Bundes/BMWA
Das *Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit* bietet auf seinen Internetseiten

www.bmwi.de eine umfassende Förderdatenbank an. Dort sind Informationen über Länder-, Bundes- und EU-Förderprogramme hinterlegt.

Förderberater der KfW

Der interaktive Förderberater der *Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)* www.kfw.de hilft schnell und einfach ein oder mehrere für den gewünschten Zweck geeignete Förderprogramme der KfW zu finden. 2003 lief das KfW-Programm zur Förderung von Erneuerbaren Energien für Biomasse-, Biogas-, geothermische, Wasserkraft- und solarthermische Anlagen aus. Eine Fortsetzung ist vorgesehen. Ein spezieller Solarfördermittelberater findet sich hier: www.solarfoerderung.de.

Marktanreizprogramm und Förderprogramm „Vor-Ort-Beratung“

Das *Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)* setzt Fördermaßnahmen um, und zwar zur stärkeren Nutzung Erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm für Solar-, Biomasse- und Photovoltaikanlagen) und zur Energieeinsparung (Energiesparberatung - Vor-Ort-Beratung): www.bafa.de. Dort finden sich auch Adressen von Energiesparberatern.

FISKUS – aktuelle Förderinformationen auf PC oder online

Der BINE Informationsdienst www.bine.info informiert über Fördermittel für Erneuerbare Energien und Energieeinsparung. Die kostenpflichtige CD-ROM-Datenbank FISKUS für die Profi-Anwendung enthält neben den Förderprogrammen für Private auch alle relevanten Programme der EU, des Bundes und der Länder für Industrie, Gewerbe, Kommunen, Vereine und Selbstständige. Private Bauherren und Modernisierer können sich in einer angepassten Version online (www.energiefoerderung.info) ihre individuelle Förderung zusammenstellen. Zusätzlich werden Richtlinien, Merkblätter und Antragsformulare angeboten. Derselbe interaktive Förderberater findet sich auch auf dem Portal für Energiesparen und Erneuerbare Energien der *Deutschen Energie-Agentur (DENA)*

(www.thema-energie.de). Dort kann man auch die benötigte (Kollektor)fläche berechnen lassen (Solartechnikberater) und einen fachkundigen Solar-Handwerker suchen (Handwerkeranfrage). Die Förderprogramme von Kommunen und Energieversorgern sind nicht vollständig erfasst. Jedoch sind die großen Kommunen und Energieversorger enthalten.

Weitere Seiten mit Fördertipps

Einen Überblick über Fördermöglichkeiten bieten die Internetseiten www.solarserver.de und vor allem auch das Internationale Wirtschaftsforum Regenerative Energien www.iwr.de, aufgeschlüsselt in die verschiedenen Energiebereiche. Einen Leitfaden Fördermittelanträge für Solarthermische Anlagen findet man unter www.solar-na-klar.de/leitfaden/konzept.pdf.

+ + +

KOMMUNEN

Unter www.aim-solarcity.net bietet das Klima-Bündnis (www.klimabuendnis.org) Städten und Gemeinden eine Plattform zur Darstellung erfolgreicher Aktivitäten (Best Practice) im Bereich Erneuerbarer Energien und zum Monitoring auf der lokalen Ebene. Das Monitoring-System wurde mittels spezieller Indikatoren entwickelt, die Städte und Gemeinden je

nach ihren Bedürfnissen teilweise oder vollständig nutzen können. Darüber hinaus erhält man grundsätzliche Informationen über Erneuerbare Energien, Hinweise auf nützliche Berechnungs-/Auslegungstools und eine Übersicht über internationale Datenbanken.

Weitere Netzwerke von Kommunen

Internationaler Rat für kommunale Umweltinitiativen: www.ICLEI.org
Energie-Cités, Association of European Local Authorities for Promotion of Local Sustainable Energy Policies: www.energie-cites.org

EU-Renewable Energy Partnerships im Rahmen der Campaign for Take-Off (1999-2003) und der Campaign for Sustainable Energy (2004-2007): http://europa.eu.int/comm/energy/res/renewable_energy_partnerships/index_en.htm

Kommunen mit dem Ziel „100 % Versorgung aus Erneuerbaren Energien“: www.100re.net

In der Projektdatenbank der *Bundesweiten Servicestelle Lokale Agenda 21/Agenda-Transfer* www.gute-beispiele.de kann nach Projekten gesucht werden, die besonders anschaulich sind und gute Erfahrungen dokumentieren.

Informationen zu kommunalen Nord-Süd-Partnerschaften finden Sie bei der *Kommunalen Servicestelle Eine Welt*: www.service-eine-welt.de.

LITERATURTIPP

Das Solarbuch:

Einstieg ins Solarzeitalter - auch für Laien

Anfang Januar ist die 2. überarbeitete Ausgabe des Solarbuches auch als Beitrag zur Stärkung der Rolle der Kommunen und mit Unterstützung der Servicestelle Kommunen in der Einen Welt erschienen. Mit vielen Bildern und erklärenden Grafiken bietet es auf anschauliche Weise einen Überblick über den aktuellen Stand der Technik, Potenziale und Nutzungsmöglichkeiten der erneuerbaren Energien.

Bestellungen zum Preis von 19,90 Euro zzgl. Versandkosten unter www.solarbuch.de oder im Buchhandel.



4. FREIBERGER ERKLÄRUNG

Offen für neue Energie - Sonne, Wind, Biomasse, Wasser, Erdwärme

Klimaschutz ist ökologisch notwendige und ökonomisch sinnvolle Zukunftspolitik.

Die unterzeichnenden Kommunen, Unternehmen und Nichtregierungsorganisationen unterstützen den Ausbau Erneuerbarer Energien in ihrem Wirkungsfeld. In den lokalen Agenda 21 Dokumenten sowie in den städtischen wie gemeindlichen Entwicklungskonzepten verabreden wir verbindliche Ziele zum Ausbau der Erneuerbaren Energien und Maßnahmen zu deren Umsetzung. Dabei wollen wir möglichst viele Akteure aus der Gesellschaft mit einbeziehen.

- Die UN-Dekade "Bildung für nachhaltige Entwicklung" (2005–2014) wollen wir nutzen, um Notwendigkeit und Möglichkeiten des Ausbaus der Erneuerbaren Energien breit und dauerhaft in der Gesellschaft zu verankern.
- Gemeinsam wollen wir in der Öffentlichkeit für den Ausbau der Erneuerbaren Energien werben und selbst mit gutem Beispiel vorangehen.
- Wir wollen bei unserem eigenen Strom- und Wärmebezug auf einen steigenden Anteil Erneuerbarer Energien aus der Region setzen und dazu auch unsere Partner anregen.
- Gemeinsam mit Partnern wollen wir auf der kommunalen Ebene gute Beispiele entwickeln, umsetzen und verbreiten.

- Gemeinsam mit der regionalen Wirtschaft wollen wir eine innovative, auf die Verhältnisse vor Ort angepasste, zukunftsorientierte Energie- und Verkehrspolitik auf den Weg bringen.
- Wir nutzen Beziehungen zu Kommunen, Unternehmen oder Nichtregierungsorganisationen in anderen Ländern, um auch dort den Ausbau der Erneuerbaren Energien zu unterstützen.
- Mittelfristig bis zum Jahr 2050 streben wir einen Anteil der Erneuerbaren Energien bei der Primärenergieerzeugung von mindestens 50 % an.
- **Wir fordern die Internationale Konferenz für Erneuerbare Energien vom 1.-4. Juni 2004 in Bonn auf, den verstärkten Ausbau der Erneuerbaren Energien durch die Verabredung von verbindlichen quantitativen Zielen und entsprechenden Finanzierungsinstrumenten entscheidend voranzubringen.**

Damit wollen wir erreichen, dass die Grundbedürfnisse der Menschen nach Energie befriedigt werden, ohne hierbei die natürlichen Lebensgrundlagen zu gefährden. Dabei ist uns bewusst, dass der Ausbau der Erneuerbaren Energie durch Energieeinsparung, eine bessere Energieeffizienz sowie durch eine Änderung unseres Lebensstils und unseres Konsumverhaltens ergänzt werden muss. Dabei kommt insbesondere der kommunalen Ebene eine besondere Verantwortung zu.

Freiberg, den 25.03.2004

Unterzeichner der Freiburger Erklärung

Samtgemeinde Ahlden - Stadt Bad Dübren - Stadt Bad Mergentheim - Stadt Baruth/Mark - Gemeinde Dörverden - Gemeinde Frankenfeld - Stadt Freiberg - Gemeinde Großenlütder - Gemeinde Hambühren - Gemeinde Häuslingen - Gemeinde Hodenhagen - Gemeinde Hohendubrau - Gemeinde Kirchlinteln - Stadt Leipzig - Gemeinde Markt Grassau - Stadt Oederan - Gemeinde Pölszig - Samtgemeinde Rethem (Aller) - Gemeinde Rottelsdorf - Samtgemeinde Schwarmstedt - Stadt Steinau an der Straße - Gemeinde Vogtländisches Oberland - Gemeinde Westhausen

Agenda 21 Diessen/Ammersee - Agenda 21 Regionalalb, Mittelthüringen beim UMZ Arnstadt/Ilmenau - Aller-Leine-Tal Projektgruppe „Regenerative Energien“ (Häuslingen) - Bio-Technologie Lausitz e. V. - B.U.N.D. - clean-power-connecting-peoples.org (Freiburg) - Deutsche Umwelthilfe e. V. - DGS LV Berlin - Energie-Tisch Altenberg e. V. - Förderverein Drei-Brüder-Schacht e. V. - Fraktion Bündnis 90/Die Grünen im Stadtrat Chemnitz - Freiburger Energiestammtisch - Germanwatch e. V. - Grüne Liga e. V. - Grüne Liga Sachsen e. V., RV Oberlausitz - Holz-Energie-Zentrum Erzgebirge - Initiative Tag der Erneuerbaren Energien über Stadtverwaltung Oederan - Initiativkreis Energie Kraichgau e. V. - Inno Regio Freiberg e. V. - Kommission Technikgestaltung und Bewertung der Beckmann-Akademie (Berlin) - Kreisverband Chemnitz Bündnis 90/Die Grünen - Kreisverband Weißeritzkreis Bündnis 90/Die Grünen - L.A.N.D. - Landesverband Sachsen Bündnis 90/Die Grünen - Lokale Agenda 21 der Verwaltungsgemeinschaft Geratal - Lokale Agenda 21 e. V., Rödersheim-Gronau - Lokale Agenda 21 e. V. Roth - NABU, Ortsgruppe Steinau e. V. - RESAS Netzwerk Regenerative Energiesysteme Sachsen-Anhalt/Sachsen - Solarverein Berlin e. V. - Solarverein Trier e. V. - Solux e. V. Ottobrunn - Städtische Gemeinschaftshauptschule, Sek. 1 Leichlingen - Tourismusverband Aller-Leine-Tal - TU Chemnitz, Projektleitung des Netzwerkes „Regenerative Energien“ (Chemnitz) - Unabhängiges Institut für Umweltfragen (Berlin)

Agenda-Transfer/Bundesweite Servicestelle Lokale Agenda 2 - Aller-Leine-Tal Windenergie GmbH & Co. KG - Architekturbüro Benedix (Freiberg) - BIONIG Büro für Biologie Ökologie (Freiberg) - Defiso Solar GmbH (Lugau) - Deutsche Solar AG - Deutsche Cell GmbH - eab technology GmbH (Freiberg) - eco-vision GmbH (Stuttgart) - Ingenieurbüro Dr. Scheffler & Partner GmbH (Dresden) - IPTG GmbH (Freiberg) - NATURSTROM AG (Düsseldorf) - Planungsbüro Binnewerg, Energietechnik/Gebäudetechnik (Brand-Erbisdorf) - R+V Generalagentur, Jobst & Methfessel oHG (Schlüchtern) - SAXONIA Standortentwicklungs- und -verwaltungsgesellschaft mbH - Solar Factory GmbH - Solar- u. Energieberatung Keil (Schneeberg) - Solifer Solar Dach GmbH (Freiberg) - SunStrom GmbH (Dresden) - Werner Post Solarstromproduzent (Kerpen)

Stand: 22. 04. 04

5. VERWENDETE LITERATUR

- ARGE B. E. St.** (1998): B. E. St. Berliner Energiedienstleistungsstandard; Zwischenbericht. Berlin (s. auch www.stadtentwicklung.berlin.de).
- BReg – Bundesregierung** (2002): Perspektiven für Deutschland. Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. Nachhaltigkeitsstrategie für Deutschland. Berlin: BReg.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit** (2000): Erneuerbare Energien und Nachhaltige Entwicklung. Natürliche Ressourcen - umweltgerechte Energieversorgung. Berlin: BMU. www.bmu.de/files/erneuerbare_energien_entwicklung.pdf, 05.05.04.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit** (2003a): Erneuerbare Energien. Einstieg in die Zukunft. Berlin: BMU.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit** (2003b): Erneuerbare Energien in Zahlen – nationale und internationale Entwicklung. Berlin: BMU. www.bmu.de/files/erneuerbare_energien_zahlen.pdf, 05.05.04.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit** (2003c): Entwicklung der Erneuerbare Energien. Berlin: BMU. www.bmu.de/files/ee_aktuellersachstand.pdf, 05.05.04.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit** (2004a): Entwicklung der Erneuerbaren Energien im Jahr 2003 in Deutschland (Stand: Februar 2004). Berlin: BMU. www.bmu.de/files/enteestat.pdf, 05.05.04.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit** (2004b): Anteil der Erneuerbaren Energien am Primärenergie- und Bruttostromverbrauch, www.erneuerbare-energien.de/1024/main.php?fb=/de/1024/nj/sachthemen/erneuerbar/anteile_ee/, 05.05.04.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit** (2004c): Zeitliche Entwicklung der Energiebereitstellung aus Erneuerbaren Energien und installierte Leistung 1990-2003. www.bmu.de/de/1024/nj/sachthemen/erneuerbar/zeitliche_entwicklung/main.htm, 05.05.04.
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt u.a.** (2004): Ökologisch optimierter Ausbau der erneuerbaren Energien. (Kurzfassung: www.bmu.de/files/nutzung_ee.pdf, 05.05.04).
- DIW – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung** (2004): Stagnierender Primärenergieverbrauch in Deutschland. Wochenbericht 7/2004. www.ag-energiebilanzen.de/daten/wb_7_2004.pdf, 05.05.04.
- Forum Umwelt & Entwicklung** (2004): Die globale Energiewende. Bonn. www.ee-netz.de/texte/ee_broschuere.pdf, 05.05.04.
- Germanwatch** (2001). Globaler Klimawandel: Neue und stärkere Evidenz (Briefing Papier über den Dritten Sachstandsbericht des IPCC). www.germanwatch.org/rio/bpipcc01.htm, 05.05.04.
- Internationale Konferenz für Erneuerbare Energien** (2004): Conference Issue Paper. Version as of 20 February 2004.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change** (2001): Klimaänderung 2001: Wissenschaftliche Grundlagen. Ein Bericht der Arbeitsgruppe I des IPCC. (Dritter Sachstandsbericht - Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger.). www.proclim.unibe.ch/Press/IPCC02/IPCC02_WG2_D.pdf, 05.05.04.
- L-B-Systemtechnik GmbH** (2004): www.energiekrise.de/images/Grafik5.gif (Erdöl, Einführung; s. auch www.zukunftscfae.de).
- Schiffer, Hans-Wilhelm** (2004): Deutscher Energiemarkt 2003; in *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 54 (2004) 3.
- UBA – Umweltbundesamt** (2004): Hintergrundpapier: Umweltschutz und Beschäftigung. UBA: Berlin. www.umweltdaten.de/uba-info-presse/hintergrund/beschaeftigung.pdf, 05.05.04.
- WHO/Künzli, N., u.a.** (2000): Public-Health Impact of Outdoor and Traffic-Related Air Pollution: a European assessment. *Lancet* 356, 795-801.
- WHO – World Health Organization** (2002): World Health Report 2002. Reducing Risks, Promoting Healthy Life. Genf: WHO.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen** (2003): *Energiewende zur Nachhaltigkeit. Welt im Wandel*. Berlin: Springer. www.wbgu.de/wbgu_jg2003.pdf, 05.05.04.

Kontakt: Forum Umwelt & Entwicklung
Am Michaelshof 8-10 · 53177 Bonn
Tel.: 02 28 - 35 97 04 · Fax: 02 28 - 92 39 93 56
E-Mail: info@forumue.de · www.forumue.de
www.ee-netz.de

ÜBER UNS**AKTUELL****VERANSTALTUNGEN****WISSEN****GESCHICHTE****GRUNDLAGEN****KERNKRAFTWERK****► Kernkraftwerke in Deutschland****Kernkraftwerke in Europa****Kernkraftwerke weltweit****RADIOAKTIVITÄT UND STRAHLENEXPOSITION****VERSORGUNG****ENTSORGUNG****RÜCKBAU****LEXIKON****FAQS****KERNENERGIE INTERAKTIV****INFOMATERIAL****DOWNLOADS****DIALOG****LINKS****Kernkraftwerke in Deutschland**

In Deutschland sind 17 Kernkraftwerke mit einer elektrischen Bruttoleistung von 21.366 MW in Betrieb. Im Jahr 2005 erzeugten sie 163 Mrd. kWh elektrischen Strom (einschließlich der 0,9 Mrd. kWh des am 11.05.2005 abgeschalteten Kernkraftwerks Obrigheim) . Die Zeit- und Arbeitsverfügbarkeiten betragen 88,8% bzw. 88,0%.

Kernkraftwerke in Deutschland und deren Stromerzeugung im Jahr 2005, Stand 22.02.2006

Kernkraftwerk	Typ	Nennleistung (brutto) MW	Stromerzeugung 2005 (brutto) GWh
KWB A Biblis	DWR	1.225	7.799
KWB B Biblis	DWR	1.300	7.311
GKN-1 Neckar	DWR	840	6.349
GKN-2 Neckar	DWR	1.395	11.577
KKB Brunsbüttel	SWR	806	6.275
KKI-1 Isar	SWR	912	7.630
KKI-2 Isar	DWR	1.475	11.716
KKU Unterweser	DWR	1.410	9.331
KKP-1 Philippsburg	SWR	926	6.098
KKP-2 Philippsburg	DWR	1.458	11.419
KKG Grafenrheinfeld	DWR	1.345	10.671
KKK Krümmel	SWR	1.316 *	9.648
KRB B Gundremmingen	SWR	1.344	10.827
KRB C Gundremmingen	SWR	1.344	10.514
KWG Grohnde	DWR	1.430	11.490
KBR Brokdorf	DWR	1.440	11.987
KKE Emsland	DWR	1.400	11.487

* durch noch laufende Turbinenerneuerung Leistungserhöhung auf min 1383 MW

DWR: Druckwasserreaktor

SWR: Siedewasserreaktor



19 Kernkraftwerke - insbesondere in den 60er und 70er Jahren errichteten Versuchs-, Prototyp- und Demonstrationsanlagen - wurden bisher außer Betrieb genommen, darunter auch aus allgemeinen Sicherheitsgründen die fünf Blöcke des Kernkraftwerks Greifswald.

Außer Betrieb genommene Kernkraftwerke in Deutschland, Stand 15.01.2006

Bezeichnung, Standort	elektrische Bruttoleistung MW	Betriebsdauer
HDR Großwelzheim	25	1969-1971
KKN Niederaichbach	107	1972-1974
KWL Lingen	267	1968-1977
KRB-A Gundremmingen	250	1966-1977
MZFR Leopoldshafen	58	1965-1984
VAK Kahl	16	1960-1985
AVR Jülich	15	1966-1988
THTR Hamm-Uentrop	307	1983-1988
KMK Mülheim-Kärlich	1.308	1986-1988
KKR Rheinsberg	70	1966-1990
KGR 1-5, Greifswald	5x440	1973-1990
KNK Leopoldshafen	21	1977-1991
KWW Würgassen	670	1971-1994
KKS Stade	672	1972-2003
KWO Obrigheim	357	1968-2005

Kernkraftwerke in Deutschland, Restlaufzeiten

Entsprechend den Festlegungen im Atomgesetz (Novellierung vom 22. April 2002) erlischt die Genehmigung zum Leistungsbetrieb, wenn die für jedes Kernkraftwerk in der Anlage

zum Atomgesetz festgelegte Elektrizitätsmenge erzeugt wurde. Unter festgelegten Bestimmungen ist eine Übertragung vom Strommengen von einem Kernkraftwerk auf ein anderes Kernkraftwerk zulässig.

Kernkraftwerk	Reststrommenge ab 01.01.2000 in GWh	Reststrommengen zum 01.02.2005 in GWh
Obrigheim*	8 700	626,48
Stade**	23 180	4 785,52
Biblis A	62 000	27 178,56
Neckarwestheim 1	57 350	26 548,42
Biblis B	81 460	38 107,98
Brunsbüttel	47 670	24 901,80
Isar 1	78 350	44 493,59
Unterweser	117 980	71 026,73
Philippsburg 1*	87 140	47 725,98
Grafenrheinfeld	150 030	98 481,68
Krümmel	158 220	112 508,77
Gundremmingen B	160 920	109 665,06
Philippsburg 2	198 610	145 407,48
Grohnde	200 900	145 557,29
Gundremmingen C	168 350	118 611,24
Brokdorf	217 880	161 377,62
Isar 2	231 210	172 320,91
Emsland	230 070	173 856,21
Neckarwestheim 2	236 040	183 359,21
Mülheim-Kärlich	107 250	107 250,00
Summe	2 623 310	1 813 853,67

* Übertragung von 5 500 GWh von Philippsburg 1 auf Obrigheim, am 11.05.2005 abgeschaltet,

** Stade wurde am 14.11.2003 abgeschaltet, über die Aufteilung der noch verbliebenen Reststrommenge ist noch zu entscheiden

Reststrommengen ab Jan. 2000 für die einzelnen Kernkraftwerke entsprechend Atomgesetz von 2002 und Stand zum 1.2.2005

Kernkraftwerk-Name	Standort	Telefon-Nr. Infozentrum
Biblis	68643 Biblis	06245 / 211
Brokdorf	25576 Brokdorf	04829 / 752560
Brunsbüttel	25541 Brunsbüttel	04852 / 892001
Emsland	49811 Lingen	0591 / 8061612
Grafenrheinfeld	97506 Grafenrheinfeld	09723 / 621
Grohnde	31860 Emmerthal	05155 / 671
Gundremmingen	89355 Gundremmingen	08224 / 781
Isar	84049 Essenbach	08702 / 382465
Krümmel	21502 Geesthacht	04152 / 150
Neckar	74382 Neckarwestheim	07133 / 130
Philippsburg	76652 Philippsburg	07256 / 950
Unterweser	26935 Stadland	04732 / 800

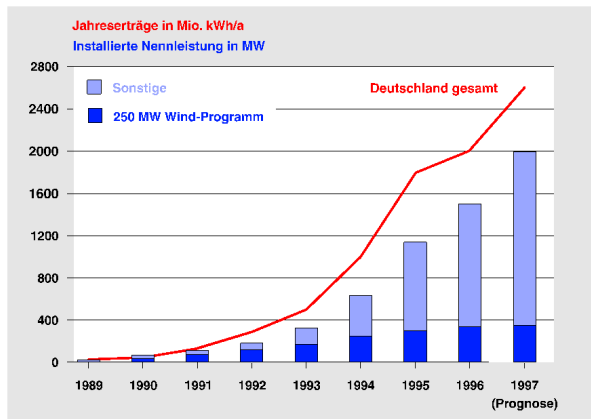
Ergebnisse aus dem "250 MW Wind"-Programm Entwicklungsperspektiven für die Windleistungsprognose

M. Durstewitz, C. Enßlin, M. Hoppe-Klipper, Prof. Dr. W. Kleinkauf, K. Rohrig
 Institut für Solare Energieversorgungstechnik e.V.
 Königstor 59
 34119 Kassel
 Tel.: (0561) 7294-0, Fax: (0561) 7294-100
 e-mail: mbox@iset.uni-kassel.de

1. Einleitung

Die Nutzung der Windenergie hat in den Jahren seit 1990, maßgeblich unterstützt durch Förderprogramme der Länder und des Bundes, enorme Fortschritte gemacht. Entscheidend gefördert wurde diese Entwicklung durch die Verabschiedung des Stromspeisungsgesetzes. Dieses regelt die Abnahme und Vergütung von Strom aus erneuerbaren Energien durch die öffentlichen Energieversorgungsunternehmen. Im Jahr 1996 konnte die installierte Windleistung in Deutschland weiter ausgebaut werden und beträgt nunmehr ca. 1.600 MW. Der Windstromanteil lag in 1996 bei ca. 0,5 % des elektrischen Energieverbrauchs (2.000 GWh). Das oftmals formulierte Ziel, in Deutschland einen Windstromanteil im Prozentbereich zu erreichen, scheint mittelfristig möglich, wenn die zur Zeit noch günstigen Rahmenbedingungen (u. a. das Stromspeisungsgesetz) beibehalten werden.

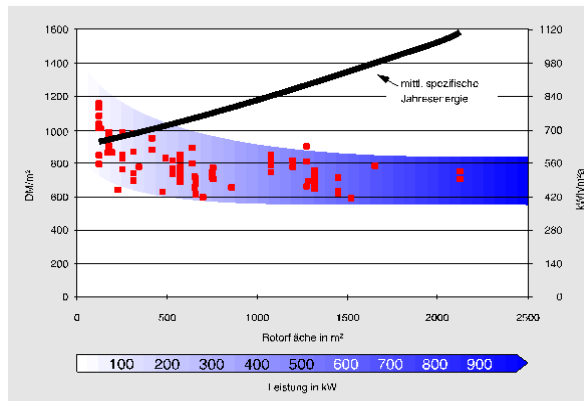
Der Aufschwung der Windenergienutzung in Deutschland zeigt sich anhand mehrerer Aspekte. So haben die günstigen Rahmenbedingungen nicht nur einen Einfluß auf die Installationsrate neuer Windenergieanlagen (WEA), sondern wirken sich auch auf die Verbesserung der Anlagentechnik und letztendlich auf die Reduktion der Produktionskosten aus.



In Abb. 1 ist zu erkennen, daß das Wachstum der WEA-Installationsrate in energie-wirtschaftlich relevanter Größenordnung nun auch unabhängig von der auf 250 MW Gesamtleistung begrenzten Bundesförderung Bestand hat.

Seit 1989 werden alle im Breitentest "250 MW Wind" geförderten Anlagen durch ein Wissenschaftliches Meß- und Evaluierungsprogramm (WMPE) im laufenden Betrieb begleitet. Dadurch stehen sehr verlässliche Daten zur Verfügung. Bis zum Jahresende 1996 wurden bereits 1520 WEA mit gut 335 MW installierter Nennleistung in das Meßprogramm aufgenommen, das vom Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) im Auftrag des BMBF durchgeführt wird. Der größte Teil der im Laufe des Jahres 1996 neu aufgenommenen Anlagen haben Nennleistungen ab 500 kW. Dadurch hat sich die durchschnittliche WEA-Nennleistung im WMPE auf über 220 kW vergrößert.

Alle Maßnahmen (Förderprogramme und Stromspeisungsgesetz) bewirkten, daß Deutschland im internationalen Vergleich mittlerweile hinsichtlich der Windenergie-nutzung einen Spitzenplatz einnimmt. So wurden in den Ländern der Europäischen Union bis Ende 1996 etwa 3.500 MW Windleistung installiert. Deutschland ist Spitzenreiter mit rund 1.600 MW, gefolgt von Dänemark mit 860 MW, den Niederlanden mit ca. 300 MW, Großbritannien mit rund 270 MW und Spanien mit ca. 250 MW. Zusammen mit der Windleistung weiterer europäischer Länder, mit den in den USA installierten 1.600 MW und den sonstigen, besonders in Asien installierten WEA (900 MW), sind weltweit bereits deutlich mehr als 6.000 MW Leistung errichtet.



2. Energieertrag, Verfügbarkeit, Potentiale

Die Auswertung der Betreiber-meldungen zur Stromproduktion der Windenergieanlagen im "250 MW Wind" - Programm ergibt für 1996 die summierte Jahresarbeit von ca. 520 GWh. Mit diesem Ergebnis ist im Vergleich zum Vorjahr (570 GWh) ein Rückgang der Windstromproduktion von rund 10 Prozent zu verzeichnen, was auf das äußerst windschwache Jahr 1996 zurückzuführen ist. In Schleswig-Holstein wurden etwa 190 GWh Strom durch WEA mit Bundesförderung

erzeugt, danach folgt Niedersachsen mit ca. 165 GWh und Mecklenburg-Vorpommern mit rund 50 GWh. Werden die Jahreserträge der Windenergieanlagen nach Standortkategorien differenziert, so ergibt sich folgende Aufteilung: Rund 65 Prozent wurden an Küstenstandorten, 20 Prozent an Binnenlandstandorten sowie 15 Prozent an Standorten im Bergland erzeugt. Die gesamte Windstromproduktion aller WEA in Deutschland - d. h. inklusive der Anlagen ohne Förderung durch das "250 MW Wind" - Programm - liegt für 1996 bei etwa 2.000 GWh.

Die verbesserte Anlagentechnik wird an den inzwischen üblichen Verfügbarkeitswerten von rund 98 Prozent deutlich, die von den markt gängigen WEA-Typen in unterschiedlichen Regionen erreicht wird. Wenn die hiermit dokumentierte Zuverlässigkeit der WEA auch auf die nächst größere Anlagengeneration übertragen werden kann, ist bei entsprechend größeren Nabhöhen und weiteren Wirkungsgradverbesserungen mit einer erheblichen Steigerung der spezifischen Jahresenergieerträge zu rechnen (s. Abb. 2). Dennoch werden, nicht zuletzt durch verbesserte Fertigungsverfahren, die derzeitigen spezifischen Herstellkosten gehalten.

Zur Stromerzeugung aus Windenergie ist während der letzten beiden Jahrzehnte eine Reihe von Potentialabschätzungen durchgeführt worden /KLEINKAUF 1976/, /WINDHEIM 1980/, /FICHTNER 1991/, /CONSULECTRA 1991/. Dabei wurden sehr unterschiedliche Ergebnisse gewonnen. Auf aktuellen Standortanalysen basierende Ausführungen für Niedersachsen /DEWI 1993/ und Schleswig-Holstein /GLOCKNER 1992/ kommen ebenfalls zu verschiedenen Erwartungen.

Alle Abschätzungen zeigen jedoch, daß die Windenergie über erhebliche Ausbaupotentiale verfügt, die einige Prozent des momentanen Stromverbrauchs in der Bundesrepublik Deutschland ausmachen würden. Um auch nur einen Teil der unteren Potentialwerte in absehbarer Zeit nutzen zu können, müssen hinsichtlich der Anlagentechnik, der Standortplanung, des Netzanschlusses und der Leittechnik die notwendigen Voraussetzungen geschaffen und aufkommende Akzeptanzprobleme beseitigt werden. Schleswig-Holstein und Niedersachsen haben mit ihren Landesprogrammen deutliche Signale gesetzt. In Schleswig-Holstein wird bis zum Jahr 2010 ein Stromversorgungsbeitrag von knapp 25 Prozent aus Windenergie anvisiert. Bei einem Übergang zu großtechnischen Lösungen müssen allerdings Markteinbrüche mit Auswirkungen auf die Produktion und den Aufbau der Anlagen, die z. B. durch lange Planungsphasen hinsichtlich der Standorte, des Netzausbaus etc. entstehen könnten, vermieden werden.

3. Leistungsdargebot der Windenergienutzung

Die installierte Leistung der in Deutschland betriebenen Windenergieanlagen hat bereits zur Mitte der 90er-Jahre den Gigawatt-Bereich und damit die Größenordnung konventioneller Kraftwerksleistungen erreicht. Damit rücken Fragen zum Einfluß der Windstromeinspeisung auf den Betrieb konventioneller Kraftwerke zunehmend in den Vordergrund.

Titel:
 Autor:
 ErstellDatum:

Trotz der Bedeutung für das Lastmanagement in EVU-Versorgungsgebieten mit hohem Windanteil sowie für das Regelverhalten des konventionellen Kraftwerksparks ist der tatsächliche Zeitverlauf der Einspeiseleistungen weiträumig verteilter Windenergieanlagen bislang wenig bekannt.

Durch meßtechnische Untersuchungen des ISET im Rahmen des "250 MW Wind" Programmes konnten wertvolle Erkenntnisse über das statistische Verhalten der Einspeiseleistung großräumig verteilter Windenergieanlagen gewonnen werden. So wurde u.a. für das Jahr 1996 die Summeneinspeisung aller WEA im Stundenraster auf Basis synchroner Leistungsmessungen an 159 als repräsentativ für den Gesamtbestand ausgewählten WEA berechnet. Mit Hilfe dieser Zeitreihen können die für den Verbund mit dem konventionellen Kraftwerksparke relevanten Eigenschaften der Windstromeinspeisung bestimmt werden.

1. Zeitgang der WEA-Leistung

Der Zeitverlauf der Leistungserzeugung einzelner WEA wird im Minutenbereich ganz wesentlich von lokalen meteorologischen Gegebenheiten und dem individuellen Betriebsverhalten der Anlagen beeinflusst. Sehr große Leistungsgradienten ergeben sich beispielsweise, wenn während des Betriebs mit Maximalleistung die WEA-Betriebsführung automatisch eine Abschaltung aufgrund zu hoher Windgeschwindigkeiten auslöst.

Solche kurzfristigen und individuellen Ereignisse spielen jedoch im weiträumigen Anlagenverbund eine untergeordnete Rolle. Der Zeitverlauf der WEA-Summenleistung ist geprägt durch das großräumige Wettergeschehen und - vor allem in den Sommermonaten - durch die tageszeitliche Erwärmung der Atmosphäre. In Abb. 3 ist die Ganglinie der zeitgleichen Summenleistung der ausgewählten WEA in Prozent der installierten Gesamtleistung (am Beispiel des 2. Quartals 1996) dargestellt. Dieser Zeitverlauf bildet die Grundlage für die im folgenden vorgestellten Auswertungen

der Leistungsdauer und Leistungsgradienten.

Titel:
 Autor:
 ErstellDatum:

2. Leistungsdauer

Um eine optimale Berücksichtigung der Windstromeinspeisung bei der Kraftwerkseinsatzplanung zu erreichen, werden die Leistungsdauerkurven der gemeinsam in Netze einspeisenden WEA berechnet. Dieser für konventionelle Kraftwerke üblichen Darstellung ist die Anzahl der Jahresstunden zu entnehmen, während der die installierte Leistung des Kraftwerks (d.h. in diesem Fall des Verbunds aus Windenergieanlagen), bzw. Anteile der installierten Leistung, zur Verfügung stehen. Der Kurvenverlauf, dessen Integral der Jahresenergielieferung entspricht, ist von der Höhe des Windenergieangebots und insbesondere auch von dessen Verteilung über dem Gebiet der installierten WEA abhängig.

Den Leistungsdauerlinien des Jahres 1996 in Abb. 4 ist zu entnehmen, daß das Leistungsniveau von 20 Prozent der installierten Windleistung je nach Region zwischen 2200 und 4000 Stunden zur Verfügung stand. Trotz der im Vergleich mit Einzelanlagen erkennbaren Vergleichmäßigungseffekte der Windstromeinspeisung in ausgedehnten Gebieten sind Flauten mit einer Gesamtdauer in der Größenordnung von 1000 Stunden dokumentiert.

Titel:
 Autor:
 ErstellDatum:

3. Leistungsgradienten

In bezug auf die Regelung der konventionellen Kraftwerke ist neben der Leistungsdauer der Windstromeinspeisung insbesondere deren dynamisches Verhalten von Interesse. Da die Stromerzeugung zu jedem Zeitpunkt die (um die variable Einspeiseleistung der Windenergieanlagen verminderte Last) decken muß, ist eine der wesentlichen Fragestellungen, welche Änderung der Gesamteinspeiseleistung innerhalb einer Stunde zu erwarten ist.

Betrachtet man die Ganglinie der Windstromeinspeisung im Stundenraster, zeigen Einzelanlagen und Windparks aufgrund der lokalen Windschwankungen Leistungsänderungen in Höhe der gesamten Nennleistung. Bei einer räumlichen Verteilung der Anlagen über das Gebiet Schleswig-Holsteins werden lediglich Leistungsänderungen in Höhe von 30 Prozent der installierten Gesamtleistung gemessen. Die Summenganglinie der in ganz Deutschland verteilten Meßstellen zeigt den in Abb. 5 dargestellten vergleichmäßigten Verlauf. So nahm beispielsweise der Leistungsanstieg am 12.06. um annähernd 60 Prozent der installierten Leistung ca. 12 Stunden in Anspruch. Besondere Bedeutung kommt den deutlich sichtbaren Tagesgängen zu, da der Erfolg von "lernfähigen" Prognoseverfahren wie z.B. Künstlichen Neuronalen Netzen (siehe Abschnitt "Leistungsprognose") wesentlich auf solchen typischen Verläufen beruht.

Titel:
 Autor:
 ErstellDatum:

4. Leistungsprognose

Die Ergebnisse der Gradientenanalyse aller in Deutschland verteilten WEA sind in Abb. 6 zusammengefaßt. Sie zeigt die Wahrscheinlichkeitsdichte der Gradienten zwischen Stundenwerten sowie die Leistungsänderungen in der längerfristigen Tendenz als 4 Stunden- bzw. 12 Stundenregression. Die Häufigkeitsverteilung aller Leistungsgradienten zwischen den einzelnen Stundenwerten dokumentiert die im Vergleich zu Einzelanlagen ausgeprägte Persistenz ("Gleichförmigkeit") der Summenleistung. Als maximale Gradienten wurden im Jahresgang ein Anstieg um 16 Prozent der installierten WEA-Leistung (29.10.96, 11 bis 12 Uhr) sowie ein Leistungsabfall um 15 Prozent (15.12.96, 12 bis 13 Uhr) ermittelt.

Mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. 30 Prozent bleibt die Summenleistung von einem Stundenmittel zum nächsten in einem schmalen Band von einigen Prozent der installierten Leistung. Ein solches persistentes Verhalten ist auch für die mehrstündigen Regressionswerte zu erkennen, wobei die Aufspreizung der Gradientenintervalle zu beachten ist. Für den Anstieg oder Abfall der Summenleistung um 40 Prozent werden 4 Stunden benötigt.

Die hier gezeigten statistischen Eigenschaften der Gesamteinspeisung aus Windenergie liefern gute Möglichkeiten für die Windleistungsprognose.

Neben der genauen Kenntnis über das statistische Zeitverhalten der eingespeisten Windleistung ist die Vorhersagbarkeit der kurz- und mittelfristig zu erwartenden Leistung für die Kraftwerkseinsatzplanung und das Lastmanagement von Bedeutung. Für die Prognose der Windleistung existieren bereits verschiedene Ansätze und Modelle:

- Übertragung von statistischen Informationen über den geostrophischen Wind und Wetterprognosen (u.a. mit HIRLAM, WASP) in WEA-Nabenhöhen /LANDBERG 1993/, /LANDBERG 1996/
- Übertragung von aktuell gemessenen Windgeschwindigkeiten mit translatorischen Modellen und statistischen Informationen (WEA-Leistungskennlinien) auf WEA-Standorte /KOEHNE 1993/
- Auswertung von Zeitgängen der Windleistung mit Hilfe von Künstlichen Neuronalen Netzen (KNN) oder Fuzzy-Logik-Modellen für die kurzfristige Wind- und Leistungsprognose, unter Verwendung von aktuell gemessenen Wind- und Leistungsdaten. /BEYER 1994/, /TANDE 1993/

Die Überlegungen, die Windleistung mit Hilfe von Künstlichen Neuronalen Netzen zu prognostizieren, basieren auf der Fähigkeit der KNN, nichtlineare Zusammenhänge zu approximieren und verrauschte, unvollständige oder sogar widersprüchliche Daten zu verwenden. Weiter sind bei der Modellierung keine Kenntnisse der (physikalischen oder meteorologischen) Zusammenhänge des Problems erforderlich.

Titel:
 Autor:
 ErstellDatum:

1. Wirtschaftlichkeit, Stromgestehungskosten

Als am häufigsten eingesetzter Algorithmus kommt das Backpropagationsmodell zum Einsatz. Dieses Modell prognostiziert mit Hilfe von Informationen aus der Vergangenheit und der Gegenwart einen Zukunftswert, dessen Abweichung vom realen Wert mit der sog. Backpropagation in der Lernphase minimiert wird. Je intensiver die Lernphase der KNN ist, desto besser sind die Ergebnisse bei der Vorhersage.

Die Abb. 7 zeigt das Ergebnis einer mit diesem Verfahren durchgeführten Windleistungsprognose für eine Einzelanlage /MENZE 1996/. Trotz der insgesamt befriedigenden Ergebnisse, stellt ein plötzlicher Wechsel des Leistungsverlaufs (z. B. in der 16. Stunde) das Verfahren vor besondere Probleme. Daher ist zu erwarten, daß aufgrund der in den vorhergehenden Abschnitten gezeigten Persistenz der Summenleistung weiträumig verteilter WEA, die Gesamteinspeisung mit angemessener Genauigkeit im Stundenraster prognostiziert werden kann.

Die Wirtschaftlichkeit eines WEA-Projektes hängt wesentlich von den betreiberspezifischen Rahmenbedingungen ab. Insbesondere ist hinsichtlich der Kalkulationsbasis zwischen EVU mit eigener Stromerzeugung und EVU ohne eigene Stromerzeugung sowie Privatpersonen und Betreibergemeinschaften zu unterscheiden. Mit einem vereinfachten Ansatz werden nachfolgend die Stromgestehungskosten in DM pro erzeugter Kilowattstunde für die Investorengruppe der Privatpersonen und Betreibergesellschaften ermittelt.

Hierbei kommen die folgenden Kostenarten zum Ansatz:

- Investitionskosten: WEA-Kosten, Nebenkosten für Grundstück, Fundament, Netzanbindung, Planung, Genehmigung usw.,
- Betriebskosten: Wartung, Instandsetzung, Versicherungen, Überwachung, Leitung
- Kapitalkosten: Zins und Tilgung der Kreditaufnahme.
- usw.,

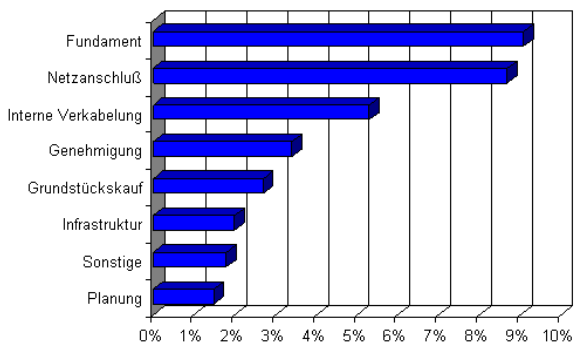


Abb. 8: Investitionsnebenkosten laut Betreiberumfrage

Der weitaus größte Teil der in Deutschland errichteten Windenergieanlagen wird mit besonderen, zinsgünstigen Darlehen für Umweltschutzmaßnahmen finanziert. Das Bundesministerium für Wirtschaft gewährt zur Finanzierung umweltrelevanter Maßnahmen z. B. Windenergieanlagen über die Deutsche Ausgleichsbank langfristige, zinsvergünstigte Darlehen, die etwa 1 Prozent-Punkt unter dem üblichen Marktzins liegen. Die Auszahlungshöhe der Darlehen ist abhängig vom prozentualen Darlehensanteil an der Gesamtinvestition und kann bis zu 100 Prozent betragen. Die ersten beiden Jahre sind tilgungsfrei, der Zins ist für die gesamte Dauer des Darlehens fest. Die Laufzeit des Kredites beträgt im allgemeinen zehn Jahre.

Die definierte Laufzeit der Anlagenfinanzierung über Bankdarlehen (hier zehn Jahre) hat dabei wesentlichen Einfluß auf die Höhe der Stromgestehungskosten. Die Erfassung der Investitionsnebenkosten und der laufenden Betriebskosten von Windenergieprojekten bedarf, um verlässliche Zahlen zu erhalten, eines erheblichen Aufwandes. Die im Rahmen einer Umfrage unter mehreren hundert WEA-Betreibern im WMEP erfaßten Investitionsnebenkosten (sowohl Einzelanlagen als auch Windparks) sind in Abb. 8 dargestellt. Sie betragen im Mittel 34,5 Prozent des WEA-Kaufpreises, der auch Transport, Montage und Inbetriebnahme umfaßt. In der Berechnung der Stromgestehungskosten (vgl. Abb. 9) wurden jedoch mittlere Nebenkosten von 30 Prozent angenommen, da nicht bei allen WEA-Projekten auch immer sämtliche Kostenarten anfallen.

Unter Berücksichtigung der genannten Kostenarten ergeben sich mit Verwendung dynamischer Berechnungsverfahren /KLEINKAUF 1983/ Stromgestehungskosten (in DM pro Kilowattstunde) für die Stromerzeugung aus Windenergie, die maßgeblich von den spezifischen Kosten (DM/kW) der eingesetzten Anlagentypen (bzw. der WEA-Größenklasse) abhängen.

Bei der Berechnung der Stromgestehungskosten in Abb. 9 nach der Annuitätenmethode sind die folgenden Randbedingungen vorgegeben:

- Finanzierungszeitraum: 10 Jahre
- Finanzierungsanteil: 100 Prozent
- Förderungsanteil: 0 Prozent
- Zinssatz (Mischkalkulation): 6,5 Prozent
- Investitionsnebenkosten: 30 Prozent
- durchschnittliche Betriebskosten: 3 Prozent

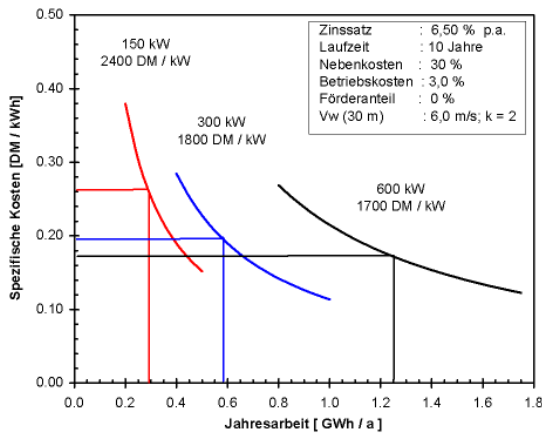
Die nominelle Jahresarbeit der betrachteten WEA ist aus vermessenen Kennlinien berechnet und bezieht sich jeweils auf einen Referenzstandort mit einer mittleren Jahreswindgeschwindigkeit von 6,0 m/s in 30 m Höhe (Rauhigkeitslänge $Z_0 = 0,05$ m) unter Annahme einer Rayleighverteilung. Die nominelle Jahresarbeit der betrachteten Anlagen ist mit etwa 0,29 GWh (150 kW), 0,58 GWh (300 kW) und 1,25 GWh für die 600 kW Anlage angegeben.

Tabelle 1: Entwicklung der Betriebskosten von Windenergieanlagen

	1993		1994		1995		1996	
WEA- Nennleistung < 450 kW								
(nur WEA außerhalb der Garantzeit)	183 WEA		421 WEA		699 WEA		929 WEA	
Strombezug [DM]	40.147	2%	76.272	2%	173.062	2%	251.278	2%
(Basis 0,3 DM/ kWh WEA-Bezug)								
Versicherungsverträge [DM]	631.805	37%	1.082.538	31%	2.290.605	27%	3.099.333	23%
Wartung und Instandsetzung [DM]	901.097	52%	2.108.133	60%	3.594.880	42%	9.009.535	65%
Sonstige Kosten [DM] (Geschäftsführung, Wiederkehrende Prüfungen, Gutachten, IHK, WEA-Fernüberwachung)	151.116	9%	264.142	7%	2.531.928	29%	1.413.847	10%
Summe [DM]	1.724.165	100%	3.531.086	100%	8.590.474	100%	13.773.993	100%
Mittlere Spezifische Betriebskosten	62 DM/ kW		71 DM/ kW		81 DM/ kW		87 DM/ kW	
Rückerstattungen aus Versicherungen	9 DM/ kW		17 DM/ kW		14 DM/ kW		9 DM/ kW	
Mittlere jährliche Betriebskosten:								
Preisbasis 2.400 DM/kW	2,2 %		2,3 %		2,8 %		3,2 %	
Preisbasis 1.700 DM/kW	3,1 %		3,2 %		3,9 %		4,6 %	

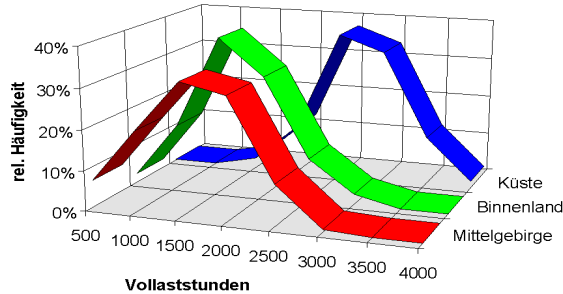
Trägt man für Anlagen der 150 kW-Klasse sowie für 300 kW- und 600 kW-Anlagen jeweils die berechneten Stromgestehungskosten über der Bezugsgröße "Jahresarbeit" auf (Abb. 5), so zeigen sich für die größeren Anlagentypen deutlich günstigere Stromgestehungskosten. Darüber hinaus zeigen größere WEA auch eine höhere Stabilität bezüglich Schwankungen der resultierenden, jährlichen Stromgestehungskosten bei negativen Abweichungen von der nominellen Jahresarbeit. So steigen die Stromgestehungskosten von WEA der Leistungsklasse 600 kW bei einer zehnprozentigen negativen Abweichung von der nominellen Jahresarbeit (1,25 GWh) um ca. DPf 1,9. Bei WEA der Leistungsklasse 150 kW liegt die Änderung der Stromgestehungskosten bei der gleichen Schwankungsbreite bei ca. DPf 2,9. Die Stromgestehungskosten bei

nomineller Jahresarbeit liegen hiernach bei 0,2617 DM/kWh (150 kW), 0,1963 DM/kWh (300 kW) und bei 0,1720 DM/kWh für die 600 kW-Anlage.



Aus den im Kasten der Abb. 9 angegebenen Randbedingungen ergeben sich für eine WEA der Leistungsklasse 600 kW jährliche Kosten von ca. DM 215.000, die sich aus den Finanzierungskosten für das eingesetzte Fremdkapital in Höhe von rund 185.000 DM/a sowie den Kosten für Betrieb und Wartung von 30.000 DM/a zusammensetzen. Bei der derzeitigen Einspeisevergütung (1997: 0,1715 DEM/kWh) ist zur Finanzierung der Windenergieanlage über einen Zeitraum von 10 Jahren eine Jahresarbeit von ca. 1,3 GWh/a erforderlich. Diese Jahresproduktion wird jedoch nur von einem kleinem Teil an den besten Standorten zur Zeit erreicht.

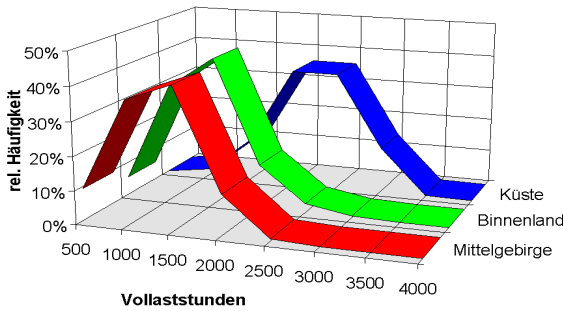
Wird die Jahresarbeit auf die WEA-Nennleistung bezogen, so erhält man die Kenngröße "Volllaststunden". Im oben berechneten Beispiel der 600 kW-Anlage erfordert eine angenommene Amortisationszeit von zehn Jahren eine jährliche Volllaststundenzahl von rund 2.100 Stunden (300 kW-Anlage: 2200 h). Diese Volllaststundenzahl wird in der Regel nur von Anlagen erreicht, die an windstarken d. h. für Deutschland an küstennahen Standorten errichtet sind. Hier liegt das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in zehn Meter Höhe je nach Standort etwa zwischen 5,5 und 6,5 m/s. Im windschwächeren Küstenhinterland (Kategorie Binnenland) sowie in den Mittelgebirgsregionen liegen die bislang ermittelten Volllaststunden deutlich unter diesen Werten.



Die Ergebnisse einer Datenanalyse zu Volllaststunden in verschiedenen Standortkategorien für die Jahre 1994 und 1996 ist in Abb. 10 und Abb. 11 zusammengefasst. Diese Grafiken zeigen deutlich die Einflüsse der Jahreswindverhältnisse auf die Betriebsergebnisse der Windenergieanlagen. Hiernach erreichten an Küstenstandorten in dem windstarken Jahr 1994 rund 85 Prozent der WEA mehr als 2000

Volllaststunden, im windschwachen Jahr 1996 hingegen nur ca. 50 Prozent. An Binnenland- bzw. Mittelgebirgsstandorten wurden in 1994 über 2.000 Volllaststunden bei ca. 13 bzw. 11 Prozent der dort installierten Anlagen registriert. In 1996 fiel dieser Wert auf ca. 3 bzw. 1 Prozent ab. Dies zeigt deutlich, daß insbesondere an den vergleichsweise windschwächeren Standorten im Binnenland sowie im Mittelgebirge unter den derzeitigen technischen und ökonomischen Randbedingungen der Betrieb von Windenergieanlagen derzeit weiterhin auf investive und/oder ertragsabhängige Förderung angewiesen ist.

1. FAZIT UND AUSBLICK



Günstige Rahmenbedingungen wie z. B. Förderungen von Bund und Ländern, das Einspeisungsgesetz sowie günstige Kreditzinsen auf dem Kapitalmarkt haben in den vergangenen Jahren einen Boom in der Nutzung der Windenergie in Deutschland bewirkt. Die Weiterentwicklung der Anlagentechnik bei gleichbleibenden und zum Teil sogar rückläufigen spezifischen Investitionskosten ermöglichen an windgünstigen Standorten bereits einen wirtschaftlichen Anlagenbetrieb, auch ohne staatliche Fördermittel. An Binnenland- sowie Mittelgebirgsstandorten sind die Anlagenbetreiber jedoch derzeit auf investive und/oder ertragsabhängige Förderungen angewiesen.

Die Nutzung der Windenergie zeigt neben ihren positiven Umwelteffekten auch entsprechende arbeitsmarktpolitische Aspekte. Momentan sind direkt ca. 5.000 Arbeitsplätze in Deutschland durch die Windenergienutzung gesichert. Wird weiterhin berücksichtigt, daß diese Technik - Anlagenbau und -betrieb - ein höheres Beschäftigungspotential gegenüber konventioneller elektrischer Energiewandlungstechnik erfordert, so lassen sich durch Ausbau der Windenergie - insbesondere über Steigerungen des Exports - auch auf dem Arbeitsmarkt in Deutschland nennenswerte Entlastungen erreichen. Gerade für die in eher strukturschwachen Gebieten angesiedelte WEA-Industrie ist dieser Gesichtspunkt von ganz besonderer Bedeutung.

Abschließend ist festzustellen, daß die in den letzten Jahren entstandene Firmenstruktur im Windenergieanlagenbereich - überwiegend kleine und mittlere Unternehmen - sich als außerordentlich leistungsfähig erwiesen hat. Diese Firmen haben die notwendige Flexibilität, um wichtige Trends

aufzugreifen und fortzuführen. Damit sich die aufgebaute innovationsfreundliche Struktur stabil weiterentwickeln kann, ist ein kontinuierlicher Ausbau der Windenergie - d.h. Kontinuität am Markt sowie im Forschungs- und Entwicklungsbereich - notwendig. Diese Perspektive wird nicht vom Windpotential begrenzt, sondern ganz wesentlich vom politischen Willen zur verstärkten Nutzung erneuerbarer Energiequellen beeinflusst.

2. Literatur

/KLEINKAUF 1976/ Kleinkauf, W.; Meliß, M.; Molly, J.-P. et al.: Energiequellen für morgen? Teil III: Nutzung der Windenergie. BMFT-Studie 1976. Umschau-Verlag, Frankfurt

/WINDHEIM 1980/ Windheim, R.: Nutzung der Windenergie, KFA Jülich, 1980

/FICHTNER 1991/ Fichtner Development Engineering: Abschätzung des wirtschaftlichen Potentials der Windenergienutzung in Deutschland und des bis 2000/2005 zu erwartenden Realisierungsgrades sowie der Auswirkung von Fördermaßnahmen. BMFT Bonn/ -Forschungszentrum Jülich GmbH, Stuttgart, 1991

/CONSULECTRA 1991/ Consulectra: Wind Power Penetration Study of the European Commission, Federal Republik of Germany, 1991

/DEWI 1993/ DEWI: Feststellung geeigneter Flächen als Grundlage für die Standortsicherung von Windparks im nördlichen Niedersachsen. Deutsches Windenergie-Institut im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums, Wilhelmshaven, 01/1993

/GLOCKNER 1992/ Glocker, S.; Richter, R.; Schwabe, J.: Methoden und Ergebnisse bei der Ermittlung von Windenergiepotentialen und Flächen in Mecklenburg-Vorpommern, Hamburg und Schleswig-Holstein. Deutsche Windenergie-Konferenz '92, Wilhelmshaven

/LANDBERG 1993/ Landberg., Watson , Halliday, Jorgensen: Short Term Prediction of Local Wind Conditions. European Community Wind Energy Conference, Lübeck, 1993

/LANDBERG 1996/ Landberg.: Implementing Prediction of Power from Wind Farms at Utilities European Union Wind Energy Conference, Göteborg, 1996

/KOEHNE 1993/ Koehne, Volker.: Das Windleistungsprognosesystem PELWIN, Windkraft Journal1/93, S. 8-9, Brekendorf

/BEYER 1994/ Beyer, Degener, Hausmann, Hoffmann, Rujan: Short-term prediction of wind-speed and power output of a wind turbine with neural networks, European Wind Energy Conference, Thessaloniki, 1994

/TANDE 1993/ Tande, Landberg: A 10 Sec Forecast of Wind Turbine Output with Neural Networks, European Community Wind Energy Conference Lübeck, 1993

/MENZE 1996/ Menze, Manfred: Leistungsprognose für Windenergieanlagen mit Neuronalen Netzen, Diplomarbeit an der Universität Gesamthochschule Kassel, 1996

/KLEINKAUF 1983/ Kleinkauf, W.: Technisch-wirtschaftliche Aspekte zum Betrieb von Windenergieanlagen. Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Heft 7, 1983



Copyright Institut für Solare Energieversorgungstechnik e.V. 1998

Windenergie Report Deutschland 2006

Wind Energy Report Germany 2006

Jahresauswertung des WMEP
Annual Evaluation of WMEP

Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm (WMEP)
zum Breitentest „250 MW Wind“

Scientific Measurement and Evaluation Programme (WMEP)
within the "250 MW Wind" project

Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit



Windenergie Report Deutschland 2006

Wind Energy Report Germany 2006

Das diesem Bericht zu Grunde liegende FE-Vorhaben wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit unter dem Kennzeichen 03W0001I durchgeführt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Impressum

Windenergie Report Deutschland 2006

Herausgeber:

Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET)

Verein an der Universität Kassel e.V.

Königstor 59

34119 Kassel

Telefon: 0561 / 7294 - 0

Telefax: 0561 / 7294 - 100

e-mail: mbox@iset.uni-kassel.de

Internet <http://www.iset.uni-kassel.de>

Redaktion:

Michael Durstewitz, Cornel Enßlin, Berthold Hahn, Paul Kühn, Bernhard Lange, Kurt Rohrig

Übersetzung:

Kern AG, Kassel

Gesamtherstellung:

Mathias Hillebrand

Druck und Bindung:

Werbedruck GmbH Horst Schreckhase, Spangenberg

Copyright

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben auch bei nur auszugsweiser Verwertung dem ISET e.V. bzw. dessen Auftraggeber vorbehalten.

Inhalt

Danksagung	1
1 Einleitung	3
2 Das Wissenschaftliche Mess- und Evaluierungsprogramm	7
2.1 Logbuchdaten	8
2.2 ISET-Messnetz	8
2.3 Datenzentrale	10
2.4 Datenfluss, Steuerung und Überwachung	13
2.5 Plausibilitätsprüfung	13
2.6 Veröffentlichungen und Präsenz im Internet	14
3 Auswertung der Betriebsergebnisse 2005	17
3.1 Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse	18
3.2 Windenergienutzung in Deutschland	21
3.3 Externe Betriebsbedingungen	38
3.4 Elektrische Energielieferung	49
3.5 Leistungsverfügbarkeit der Windstromerzeugung	60
3.6 Anlagenzuverlässigkeit	67
3.7 Wirtschaftlichkeit	78
3.8 Typenspezifische Auswertungen	95

Anhang

A Glossary of Terms in Figures and Tables	187
B Formblätter	201
C Windmessstationen im WMEP	207
D Stammdaten 2005	213
E Einzelergebnisse	233

Abbildungen

Abb. 1:	Messstellen des ISET-Messnetzes	12
Abb. 2:	Informationsfluss im WMEP	15
Abb. 3:	Zeitliche Entwicklung der installierten Windleistung in Deutschland	21
Abb. 4:	Jährliche Reduktion der CO ₂ -Emissionen durch Windenergie	22
Abb. 5:	Jährlich installierte Nennleistung	23
Abb. 6:	Entwicklung der Windenergienutzung weltweit	24
Abb. 7:	WEA-Anzahl in den Bundesländern (WMEP: inkl. freiwillige Betreiber)	25
Abb. 8:	Leistungszubau an der Küste und im Binnenland	26
Abb. 9:	Installierte Windleistung in EVU-Versorgungsgebieten	27
Abb. 10:	Anteil des WMEP an den Anlagen je Bundesland	28
Abb. 11:	Durchschnittliche Nennleistung und Nabenhöhe der WMEP-WEA	29
Abb. 12:	Durchmesser, Höhe und Leistung der Neuinstallationen im Durchschnitt	30
Abb. 13:	Anteil der Leistungsklassen an der jeweils neu installierten Windleistung	31
Abb. 14:	In Deutschland installierte WEA nach Leistungsklassen	32
Abb. 15:	Weltweit größte Hersteller, Gesamtproduktion und Export	34
Abb. 16:	Marktanteile am Verkauf (nach installierter Leistung)	35
Abb. 17:	Betreiber im WMEP	37
Abb. 18:	Brutto-Windenergieangebot in den Jahren 1993-2005 (Basis: WMEP-Messungen in 10m Höhe) ..	39
Abb. 19:	Monatliche Blitzschlag-Häufigkeit in 2005, im Vergleich mit langfristigen Mittelwerten	41
Abb. 20:	Monatliche Eisansatz-Häufigkeit in 2005, im Vergleich mit langfristigen Mittelwerten	43
Abb. 21:	Monatliche Sturmmeldungs-Häufigkeit in 2005, im Vergleich mit langfristigen Mittelwerten	45
Abb. 22:	Monatliche Netzausfall-Häufigkeit in 2005, im Vergleich mit langfristigen Mittelwerten	47
Abb. 23:	WEA-Standorte mit Sturmschadensmeldungen in den Jahren 1992-2005	48
Abb. 24:	In Deutschland eingespeiste elektrische Energie aus Windkraft	49
Abb. 25:	Mittlerer monatlicher Ausnutzungsgrad der WEA im WMEP	50
Abb. 26:	Durchschnittliche Entwicklung des Jahresenergieertrags	51
Abb. 27:	Jährliche Einspeisung bezogen auf Netto-Stromverbrauch	53
Abb. 28:	Mittlere Volllaststunden	54
Abb. 29:	Mittlere flächenspezifische Jahresenergielieferung	55
Abb. 30:	Mittlere flächenspezifische Leistungsabgabe	56
Abb. 31:	Eigennutzungsanteil an der erzeugten Energie	57
Abb. 32:	Deckungsanteil der Windenergie am Eigenverbrauch	58
Abb. 33:	Energiefluss der im "250 MW Wind"-Programm geförderten Anlagen	59
Abb. 34:	Beispiel für den Zeitverlauf der normierten Leistung einer Einzelanlage, einer Windpark-Gruppe und aller deutschen Windenergieanlagen (02.02.-11.02.2005).....	61
Abb. 35:	Häufigkeit von relativen Leistungsänderungen in Zeiträumen von 15 Minuten, 60 Minuten und 4 Stunden (15 min Mittelwerte)	62
Abb. 36:	Häufigkeit von relativen Leistungsänderungen im 1 Stunden-Raster (15 min Mittelwerte) einer Einzelanlage, einer Gruppe von Windparks und der deutschlandweiten Windleistung	63
Abb. 37:	Leistungsdauerlinien von Einzelanlage, Windparkgruppe und deutschlandweiter Einspeisung	64
Abb. 38:	Mittlerer horizontaler Belastungsausgleich zwischen den Übertragungsnetzbetreibern	65
Abb. 39:	Beispiel für den Zeitverlauf der normierten Windleistungseinspeisung und der zugehörigen Prognose in Deutschland (02.02.-11.02.2005)	66
Abb. 40:	Betriebsalter der WEA im WMEP	67
Abb. 41:	Jährliche Anzahl von Schadensfällen bei WEA im WMEP	69
Abb. 42:	Häufigkeitsanteile der Ursachen für Störungen	70
Abb. 43:	Häufigkeitsanteile der Störungsauswirkungen	71
Abb. 44:	Häufigkeitsanteile der instandgesetzten Baugruppen	72
Abb. 45:	Statistisch bestimmter mittlerer Zeitraum zwischen zwei Ausfällen	73
Abb. 46:	Schadenshäufigkeit und Ausfallzeit der WEA nach Schäden	74
Abb. 47:	Durchschnittliche jährliche Betriebskosten pro kW installierter Leistung	79
Abb. 48:	Durchschnittliche jährliche Betriebskosten pro kWh Jahresarbeit	80
Abb. 49:	Durchschnittliche jährliche Versicherungskosten pro kW installierter Leistung	81
Abb. 50:	Durchschnittliche jährliche Versicherungskosten pro kWh Jahresarbeit	82
Abb. 51:	Jährliche Kosten für Wartungen und Instandsetzungen pro kW inst. Leistung	83
Abb. 52:	Durchschnittliche jährliche Instandsetzungskosten pro kWh Jahresarbeit	84
Abb. 53:	Jährliche Betriebskosten	85
Abb. 54:	Spezifische monetäre Jahreserträge pro kW installierter Leistung	86
Abb. 55:	Spezifische monetäre Jahreserträge pro kW installierter Leistung	87
Abb. 56:	Lernkurve Windenergie in Deutschland (€/kW)	88

Abb. 57:	Lernkurve Windenergie in Deutschland (€ / [kWh/a]ref)	89
Abb. 58:	Entwicklung der Einspeisevergütung für Strom aus Windenergie	90
Abb. 59:	Gestehungskosten für Strom aus Windenergie	91
Abb. 60:	Vergleich der Stromgestehungskosten für unterschiedliche Anlagengrößen	92
Abb. 61:	Ausgewählte Windmessstationen im ISET-Messnetz	211

Tabellen

Tab. 1:	Berechnete Größen aus Wind- und Leistungsmessungen an den WMEP-Anlagen	9
Tab. 2:	Übersicht zum ISET-Messnetz	11
Tab. 3:	Typenmerkmale der zugebauten WEA	33
Tab. 4:	Anzahl installierter WEA im WMEP und in Deutschland nach Typen	36
Tab. 5:	Störungsursache Blitzschlag - Gesamtüberblick 1992 - 2005	40
Tab. 6:	Regionale Verteilung von Blitzschäden 1992 - 2005	40
Tab. 7:	Störungsursache Eisansatz - Gesamtüberblick 1992 - 2005	42
Tab. 8:	Regionale Verteilung von WEA-Störungen durch Eisansatz 1992 - 2005	42
Tab. 9:	Störungsursache Sturm - Gesamtüberblick 1992 - 2005	44
Tab. 10:	Regionale Verteilung von WEA-Störungen durch Sturm 1992 - 2005	44
Tab. 11:	Störungsursache Netzausfall - Gesamtüberblick 1992 - 2005	46
Tab. 12:	Regionale Verteilung von WEA-Störungen durch Netzausfall 1992 - 2005	46
Tab. 13:	Windenergieanlagen und Einspeisung nach Bundesländern	52
Tab. 14:	Technische Verfügbarkeit	68
Tab. 15:	Meldungen über Instandsetzungen	75
Tab. 16:	Hauptkomponententausch	77
Tab. 17:	Exemplarische Vergütungshöhen für Altanlagen nach EEG	93
Tab. 18:	Exemplarische Vergütungshöhen für Neuanlagen nach EEG	94
Tab. 19:	Windmessdaten des WMEP aus den Jahren 1992-2005	207

Liste verwendeter Abkürzungen

List of Abbreviations

a	Jahr	Year
AG	Aktiengesellschaft	Stock Corporation
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit	Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety
BWE	Bundesverband Windenergie	German Wind Energy Association
c€	Eurocent	Eurocent
CO ₂	Kohlendioxid	Carbon dioxide
d	Tag	Day
D	Deutschland	Germany
DEG	Datenerfassungsgerät im WMEP	Special WMEP data logger
DK	Dänemark	Denmark
DtA	Deutsche Ausgleichsbank	
E	Spanien	Spain
EDV	Elektronische Datenverarbeitung	Electronic data processing
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz (seit April 2001)	German Electricity Feed Law Since April 2001)
EUR, €	Euro, €	
EVU	Energieversorgungsunternehmen	Utility Company
FGW	Fördergesellschaft Windenergie	Wind Energy Association
h	Stunde	Hour
ISET	Institut für Solare Energieversorgungstechnik e. V.	
IER	Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieverwendung an der Universität Stuttgart	
IWET	Ingenieurwerkstatt Energietechnik	
kWh (MWh, GWh, TWh)	Kilo-(Mega-, Tera-, Giga-)wattstunde, Einheit für Energie	10 ³ (10 ⁶ , 10 ⁹ , 10 ¹²) watt hours, unit for energy
Mio.	10 ⁶ , Million	10 ⁶ , Million (eng.: m.)
MTBF	Durchschnittliche Zeitdauer zwischen Ausfällen eines Systems (Ausfallabstand)	Meantime between Failures
PTJ	Projekträger Jülich	
REISI	ISET-eigenes Internet-Informationssystem	ISET's internet information system
StrEG	Stromeinspeisungsgesetz (bis März 2001)	Former German Electricity Feed Law (up till March 2001)
ÜBN	Übertragungsnetzbetreiber	Power Grid Operator
ü. NN.	über Normal Null, über Meereshöhe	above sea level
USA	Vereinigte Staaten von Amerika	United States of Amerika
VDEW	Verband der Elektrizitätswirtschaft e.V.	German association of utility companies
VNB	Verteilungsnetzbetreiber	Distribution Network Operator
W (kW, MW, GW)	Watt (Kilowatt, Megawatt, Gigawatt), Einheit für Leistung	Watt, (10 ³ , 10 ⁶ , 10 ⁹ Watts), Unit for Power
W&I	Wartung und Instandsetzung	Maintenance and tepair
WEA	Windenergieanlage	Wind turbine (engl.: WT)
WP	Windpark	Wind farm
WMEP	Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm	Scientific Measurement- and Evaluation Programme

ACKNOWLEDGEMENTS

The department for Wind Energy, in the research area of Information and Power Economy at the Institut für Solare Energieversorgungstechnik e.V. (ISET - Institute for Solar Energy Supply Technology), which supervises the project, expresses its gratitude to everyone involved in the WMEP, in particular the following:

- The Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) as the funding authority, represented by PTJ of the Forschungszentrum Jülich (Research Centre Jülich) and their staff, who have always been helpful in technical and administrative matters,
- the operators of WTs monitored in the WMEP, who through their regular reports provide the data basis for the evaluations presented in this publication,
- the institutes and firms "Deutsches Windenergie-Institut GmbH" of Wilhelmshaven, "Institut für Elektrische Energietechnik" of the Universität Gh Kassel, "WIND-consult GmbH" of Bargeshagen, and "WINDTEST Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH" of Kaiser-Wilhelm-Koog, who continue to support us in the maintenance of measurement equipment on site,
- the Ingenieurwerkstatt Energietechnik (IWET), for their contributions in regard to the installation figures for all WTs operating in Germany,
- and the colleagues at ISET, who support the project with their dedicated work.

The creation and further extension of a complete and reliable data basis, for the renewable energy resource of wind, is made possible only through the thorough and trusting co-operation of all partners. We hope to present interesting and clearly presented information to a continually growing circle of readers, and are open to and grateful for any comments and suggestions.

Kassel, September 2006

Division Information and Energy Economy

DANKSAGUNG

Die Abteilung Windenergienutzung im Forschungsbereich Information und Energiewirtschaft des Instituts für Solare Energieversorgungstechnik e.V., die das WMEP federführend bearbeitet, bedankt sich an dieser Stelle bei allen Mitwirkenden am Vorhaben. Zu nennen sind insbesondere

- das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) als Förderer und der Projektträger Jülich (PTJ) im Forschungszentrum Jülich als Auftraggeber, mit deren Mitarbeitern ein ständiger Austausch zu fachlichen und administrativen Fragen stattfindet,
- die Betreiber der WMEP-Anlagen, die mit ihren regelmäßigen Berichten die Datenbasis für die Auswertungen schaffen,
- die Institute und Firmen "Deutsches Windenergie-Institut GmbH", Wilhelmshaven, "Institut für Elektrische Energietechnik", Universität Kassel, "WIND-consult GmbH", Bargeshagen, und "Windtest Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH", Kaiser-Wilhelm-Koog, die uns immer wieder bei der Instandhaltung der Messtechnik vor Ort unterstützen,
- die Ingenieurwerkstatt Energietechnik (IWET) für ihre Zuarbeit hinsichtlich der Installationszahlen aller WEA in Deutschland und nicht zuletzt
- der Vorstand und die Kollegen des ISET, die das Vorhaben mit engagierter Arbeit stets unterstützen.

Nur aufgrund der gewissenhaften und vertrauensvollen Zusammenarbeit aller Beteiligten ist es möglich, eine weitgehend vollständige und verlässliche Datenbasis zur Bewertung der erneuerbaren Energiequelle Wind zu schaffen und weiter auszubauen. Wir hoffen, unserem treuen und weiter wachsenden Leserkreis mit diesem Windenergie Report wiederum interessante Informationen und Darstellungen übersichtlich gegliedert anzubieten. Für Anregungen und Hinweise zu unserer Arbeit sind wir immer offen und dankbar.

Kassel, im September 2006

Forschungsbereich Information und Energiewirtschaft

Introduction

The 2006 issue of the annual evaluations "Wind Energy Report Germany", of the Scientific Measurement and Evaluation Programme (WMEP), is the 16th and last regular publication of operational results from the wind turbines included in the "250 MW Wind" funding programme. Besides depicting the current state of the technology, a reflection on the long-term and successful development of this technology is provided.

The "250 MW Wind" funding programme (initially the "100 MW Wind" programme) was first publicised in June 1989, in the Federal Legal Gazette. Because of the great demand, and the reunification of Germany, the funding programme was expanded to 250 MW in 1991. With the achievement of the total power of 250 MW, the support phase of the project could be completed at the end of 1996, whereby the total supported capacity, related to the WT rated power given by each manufacturer (mostly maximum power at higher wind speeds), amounted to a total of 350 MW. This capacity was provided from about 1,500 WTs in the programme. All funded plants were accompanied, in terms of a measurement programme, for at least 10 years by the parallel running WMEP monitoring programme. This programme provides the most comprehensive study of the long-term behaviour of wind turbines worldwide.

The WMEP aims to collect statistically verified figures, based on experience, and to evaluate them according to uniform criteria, for the practical implementation of wind energy in a scale relevant to energy economy. The contents of the past 14 annual reports have concentrated more on the fundamental, initially somewhat general questions such as e.g. the average technical availability, the running costs or the fluctuation of fed in power.

In the current final phase (from July 2004 until March 2007) the work that has already been completed is to be supplemented with the formulation of new questions which address the future. To this end, the development of the technology over the past 15 years, with its progress and problems, will be retrospectively examined in detail and the requirements of future technical developments e.g. in relation to the reliability of offshore plants are to be deduced. The knowledge gained will be processed and published so that it can flow into both further technical developments and the formation of existing and future research and funding measures. Within the context of the final phase a symposium was held in Berlin on 30th March 2006 in acknowledgement of the success of this globally unique wind-energy

1 Einleitung

Die vorliegende Jahresauswertung "Windenergie Report Deutschland 2006" des "Wissenschaftlichen Mess- und Evaluierungsprogramms" (WMEP) stellt die 16. und letzte Ausgabe der regelmäßigen Veröffentlichungen von Betriebsergebnissen der Windenergieanlagen im Förderprogramm "250 MW Wind" dar. Sie bietet neben der Darstellung des aktuellen Stands der Technik auch einen Rückblick auf die langjährige und erfolgreiche Entwicklung dieser Technologie.

Das Förderprogramm "250 MW Wind" wurde (zunächst als "100 MW Wind" -Programm) im Juni 1989 im Bundesanzeiger veröffentlicht. Bedingt durch die große Nachfrage und die deutsche Wiedervereinigung wurde das Förderprogramm 1991 auf 250 MW aufgestockt. Mit dem Erreichen der angestrebten Gesamtleistung konnte Ende 1996 die Bewilligungsphase des Programms abgeschlossen werden, wobei der auf die Anlagennennleistung (meist maximale Leistung bei höherer Windgeschwindigkeit) bezogene Förderumfang insgesamt 350 MW beträgt. Diese Kapazität wird durch etwa 1.500 WEA im Programm zur Verfügung gestellt. Alle geförderten Anlagen werden über mindestens 10 Jahre im parallel durchgeführten Monitoring-Programm WMEP messtechnisch begleitet, womit dieses Programm weltweit die umfangreichste Untersuchung zum Langzeitverhalten von Windenergieanlagen darstellt.

Ziel des WMEP ist es, statistisch belegte Erfahrungswerte zum praktischen Einsatz der Windenergie in einem energiewirtschaftlich relevanten Maßstab zu sammeln und nach einheitlichen Kriterien auszuwerten. Inhaltlich konzentrieren sich die bisherigen Jahresberichte mehr auf grundsätzliche, zunächst etwas allgemeinere Fragestellungen, wie z. B. der durchschnittlichen technischen Verfügbarkeit, der laufenden Kostenentwicklung oder der Fluktuation der eingespeisten Leistung.

In der jetzt laufenden Abschlussphase von August 2004 bis März 2007 sollen die bisherigen Arbeiten um neue, zukunftsweisende Fragestellungen ergänzt werden. Dazu soll rückblickend die Entwicklung der Technik in den letzten 15 Jahren mit Fortschritten und Problemen möglichst im Detail herausgearbeitet und Forderungen an zukünftige technische Entwicklungen, z. B. hinsichtlich der Zuverlässigkeit von Offshore-Anlagen, abgeleitet werden. Die Erkenntnisse werden so aufbereitet und veröffentlicht, dass sie sowohl in die weitere technische Entwicklung als auch in die Gestaltung laufender und zukünftiger Forschungs- und Fördermaßnahmen einfließen können. Im Rahmen der Abschlussphase fand am 30. März 2006 in Berlin ein Symposium statt, um die mit diesem weltweit einzigartigen Windenergieprojekt erzielten Erfolge - sowohl in Hinblick auf die wissenschaftlich-technische Entwicklung der Windenergie wie auch hinsichtlich der Wirkung auf Markterschließung und Verbreitung zu würdigen. In einer zum Symposium veröffentlichten Broschüre wurde eine Auswahl besonderer Ergebnisse, so genannte Highlights, präsentiert.

Im durchschnittlichen Windjahr 2005 erzeugten in Deutschland rund 17.400 Windenergieanlagen (WEA) mit einer Leistung von insgesamt fast 18.300 MW etwa 26,3 Mrd. Kilowattstunden elektrische Energie. Trotz des schwachen Windjahres, das mit einem Ertragsindex von 89% unter den Erwartungen lag, trug die Windenergie zu rund 5,4% zur elektrischen Energieversorgung bei. Viele im liberalisierten Strommarkt agierende Versorgungsunternehmen werden mittlerweile durch die Einspeisung aus Windenergie tangiert. Die aus Wind erzeugte elektrische Leistung deckt bereits heute in einigen Netzbereichen die Netzlast zu Schwachlastzeiten. Dies zeigt, dass die Windenergie mittlerweile ein nicht mehr zu vernachlässigendes Element in der elektrischen Energieversorgung geworden ist. Insbesondere im Hinblick auf den sicheren Betrieb der Netze und die Leistungs- und Frequenzregelung - und damit auf den Reserve- und Regelenergieeinsatz - ist die Einbeziehung der Windenergie ein wesentlicher Faktor für die Wirtschaftlichkeit des gesamten deutschen Energieversorgungssystems.

Die im Rahmen des "250 MW Wind"- Programms seit Anfang der 90er Jahre durchgeführten Untersuchungen zum Leistungsdargebot der Windenergie bilden die Basis für die von ISET entwickelten Programme zur Online-Erfassung und Prognose der eingespeisten Windleistung, die heute zum unverzichtbaren Werkzeug in den Netzleitwarten deutscher Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) geworden sind.

Die windstarken Perioden der letzten Jahre haben deutlich gemacht, dass der weitere Ausbau der Windenergie in einigen Regionen mit einem gezielten Netzausbau einhergehen muss. So wurden besonders in den Herbst- und Wintermonaten 2005/2006 mehrere Windparks im Verteilnetz der E.ON Hanse bei Starkwind gedrosselt, um eine Überlastung der Netzbetriebsmittel zu vermeiden. Das sogenannte Erzeugungsmanagement kann jedoch nur als Übergangslösung angesehen werden, um die Errichtung neuer Windparks trotz verzögerten Netzausbaus vorläufig zu ermöglichen. Das von der E.ON Netz entwickelte Freileitungs-Monitoring, das seit September 2006 für das 110 kV Netz in Schleswig-Holstein eingesetzt wird, ist in diesem Zusammenhang als ein weiterer Schritt zu einer sinnvollen Integration der Windenergie zu sehen.

Ein wichtiger Meilenstein für die Integration der Windenergie auf See und an Land war die Erarbeitung der dena-Netzstudie im Jahr 2004. Ein Ergebnis der Studie war, dass trotz eines gezielten Ausbaus und einer Verstärkung des Übertragungsnetzes die weitere Integration der Windenergie in Größenordnungen von zig Gigawatt ohne ein Einspeisemanagement, d.h. den Eingriff in die Betriebsführung der Windparks, nicht zu realisieren ist. Diese erweiterten Optionen beim Betrieb von modernen Windparks, gekoppelt mit dem Zusammenspiel eines intelligenten Lastmanagements sollen in einer weiteren Studie untersucht und auf ihre Möglichkeiten hinsichtlich eines verstärkten Windenergieausbaus bewertet werden.

project - both in terms of the scientific and technological advances made in the field of wind energy and of the further development and extension of the market achieved. A brochure published in association with the symposium presented a number of special results, the so-called highlights.

In the average wind year of 2005 about 17,400 wind turbines, with a total capacity of almost 18,300 MW, generated approximately 26.3 billion kilowatt hours of electrical energy in Germany. Despite the weak wind year, which with an index of 89% was below expectations, wind energy thus contributed to the electrical energy supply with a percentage of around 5.4%. Many utility companies operating in the liberalised electricity market are now affected by the supply from wind energy. The electrical power generated from wind now already temporarily covers the grid load for light-load periods in some grid areas. This shows that wind energy is an element that is no longer to be neglected in electrical energy supply. The integration of wind energy is a significant factor for the economy of the overall German energy supply system, particularly in regard to the reliable operation of the grid, and power and frequency control - and thereby the use of reserve and regulation power.

Investigations of the power performance of wind energy, which have been carried out within the framework of the "250 MW Wind" programme since the beginning of the 1990's, have formed the basis for the development of online acquisition and short-term wind power prediction systems by ISET, which have now become integral tools in the grid control centres of German transmission system operators (TSO).

The wind-strong years of the past have underlined that the further development of wind energy in some regions must be accompanied by targeted grid expansion. During the autumn and winter months of 2005/2006 in particular the power output of several wind farms in the distribution network of the E.ON Hanse were particularly reduced to avoid an overloading of the grid equipment in strong wind periods. However, the so-called production management can only be regarded as a temporary solution to enable the erection of new wind farms well in advance despite delayed grid expansion. The overhead-lines monitoring developed by the E.ON-Hanse network and deployed for the 110 kV network in Schleswig-Holstein since September 2006 is a further step in towards the effective integration of wind energy.

An important milestone for the integration of wind energy on sea and on land was the

compilation of the dena grid study in the year 2004. One result of this study is that, despite targeted expansion and improvements in the transmittance network, the further integration of wind energy in these dimensions (two-figure gigawatts) was found not realizable without innovative production management, i.e. intervention in the management of the wind farm.

These extended options in the operation of modern wind farms, together with the interplay of intelligent load management, should be looked into in the context of a further study with consequent expansion based on the possibilities identified.

The work of the WMEP, in the "250 MW Wind" funding programme has accompanied the development and expansion of wind energy in Germany for nearly two decades now, providing continuous objective evaluation. In this way, as in the context of the Wind Energy Report, utilization of this technology has been monitored and supported, where possible, with reliable results in the areas of:

- External operating conditions
- Long-term operation and life expectancy
- Operating costs of wind turbines
- Energy-technical integration of wind energy in power plant schedules and grid management.

However, in order to certify the continued impressive success of wind energy use, further research and development efforts will be necessary in the future. Besides the further development of plant technology, also for export, other areas of high priority are in the fields of decentralised grid connected energy supply, large-scale technical offshore wind energy use and wind energy for rural electrification.

Die Arbeiten im WMEP zum Förderprogramm "250 MW Wind" haben die Entwicklung und den Ausbau der Windenergie in Deutschland fast zwei Jahrzehnte begleitet und stets objektiv evaluiert. So wurde auch im Rahmen der Erstellung des letzten Windenergiereports die Nutzung dieser Technologie beobachtet und dort, wo es möglich ist, mit gesicherten Erkenntnissen auf den Gebieten

- Externe Betriebsbedingungen
- Langzeitbetrieb und Lebensdauer
- Betriebskosten von Windenergieanlagen
- Energietechnische Einbindung der Windenergie in Kraftwerkeinsatz und Netzmanagement

unterstützt.

Um die eindrucksvollen Erfolge bei der Windenergienutzung jedoch langfristig abzusichern, werden weitere Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen notwendig werden. Neben den Weiterentwicklungen in der Anlagentechnik, auch für den Export, stehen besonders übergeordnete Fragestellungen in den Anwendungsfeldern dezentrale, netzgebundene Energieversorgung, großtechnische Offshore Windenergienutzung und Windenergie zur ländlichen Elektrifizierung im Fokus.

Size of Wind Turbines in the Federal States

The general stock of WTs in the federal states is well represented in the WMEP because of the selective authorisation practice of the sponsors, as the previous statistical evaluations reflect. Through the somewhat staggered development in different federal states, more of the earlier smaller plant types are included in the "pioneer" states. In the states further inland, however, implementation began with the newer larger plants.

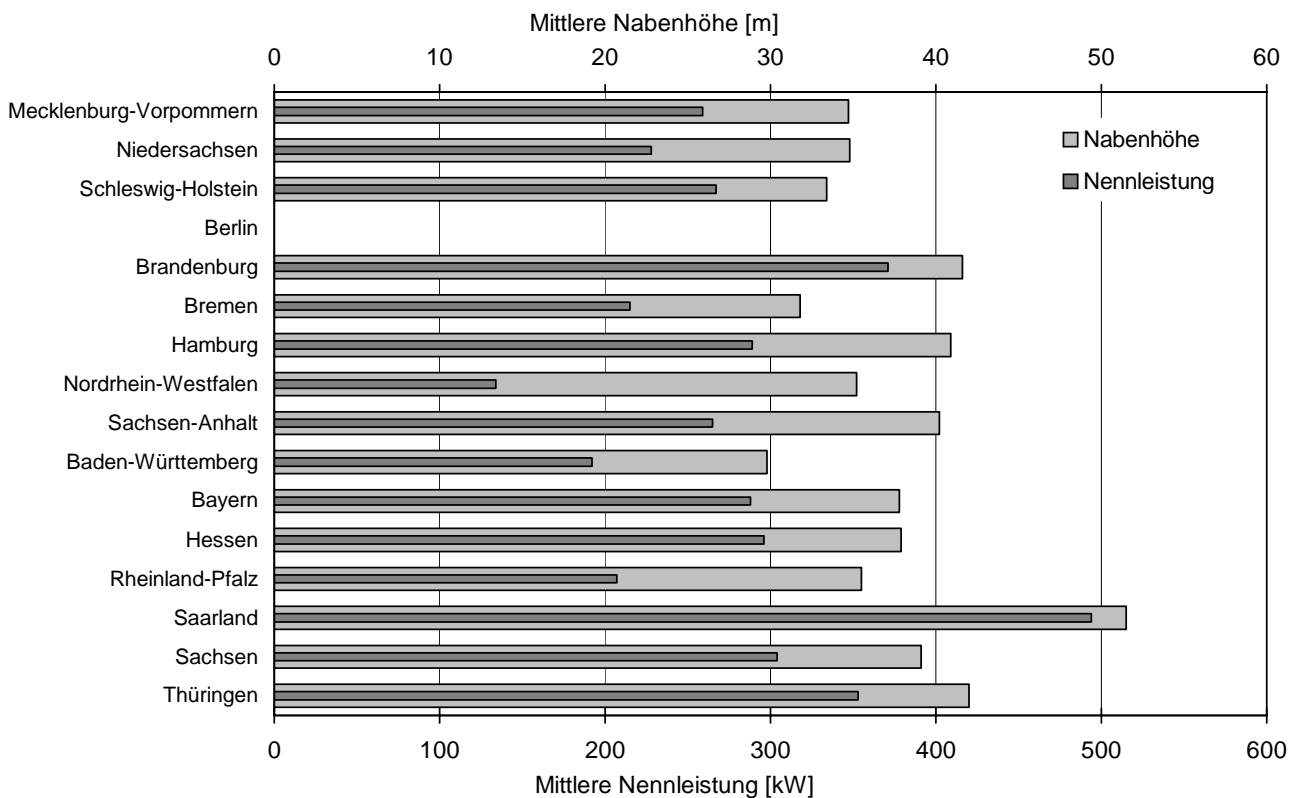
In some depictions of the Wind Energy Report, the results are shown separately according to federal state e.g. full load hours in Chap. 3.4. For the interpretation of these diagrams, it is important to know which power classes or which average hub-heights are especially represented in individual states in the WMEP.

Größe der Windenergieanlagen in den Bundesländern

Der Gesamtbestand an WEA in Deutschland wird im WMEP aufgrund der gezielten Genehmigungspraxis durch den Förderer gut repräsentiert, wie die vorangegangenen statistischen Auswertungen zeigen. Durch die zeitlich versetzten Entwicklungen in den Bundesländern wurden in den "Pionierländern" allerdings eher die früh am Markt verfügbaren "kleinen" Anlagen-Typen berücksichtigt. In den Bundesländern im Binnenland begann die Nutzung dagegen gleich mit den neueren Typen mit größeren Nennleistungen.

Bei einigen Darstellungen des Windenergie Reports werden die Ergebnisse nach Bundesländern getrennt gezeigt, z. B. Volllaststunden in Kapitel 3.4. Für die Interpretation dieser Diagramme ist es teilweise wichtig zu wissen, welche Leistungsklasse oder welche durchschnittliche Nabenhöhe in den einzelnen Bundesländern im WMEP vornehmlich repräsentiert ist.

Abb. 11: Durchschnittliche Nennleistung und Nabenhöhe der WMEP-WEA



Anteil der WEA-Leistungsklassen am Gesamtbestand in Deutschland

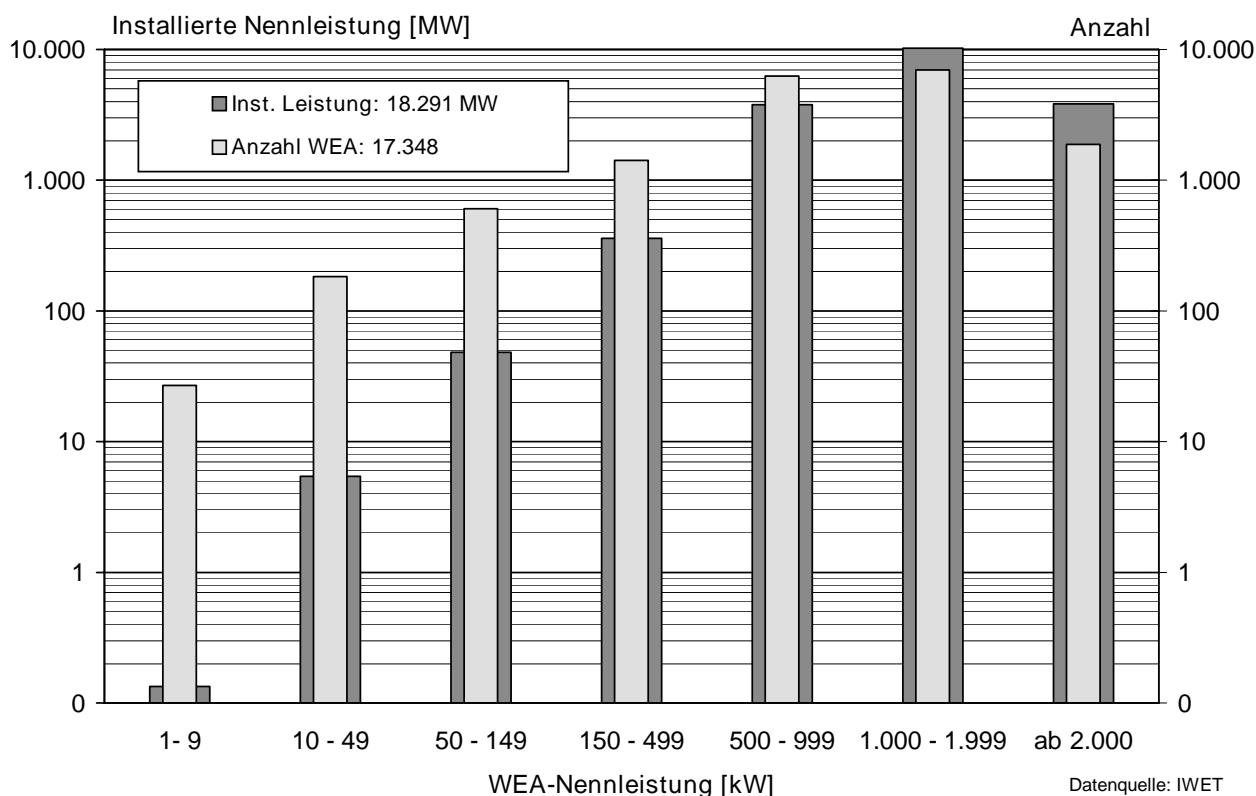
Noch rund 13% (etwa 2.200) aller WEA in Deutschland entstammen den Leistungsbereichen unter 500 kW. Mit diesen Typen begann in der ersten Hälfte der 90er Jahre der boomartige Ausbau der Windenergienutzung. Ende 2005 stellten diese Anlagen jedoch zusammen nur noch 2% (360 MW) der installierten Leistung.

Die größten Anteile an der installierten Windleistung haben die rund 6.980 Anlagen der Leistungsklasse 1.000 kW bis 1.999 kW (56% der installierten Leistung). Die rund 6.260 WEA mit 500 kW bis 999 kW Leistung und die rund 1.880 WEA der nächst größeren 2 MW-Klasse haben einen Anteil von jeweils 21% an der installierten Leistung.

Percentage Share of of WT Power Classes to Total Stocks in Germany
Around 13% (about 2,200) of all WTs in Germany still stem from the power range of under 500 kW. A booming development in wind energy use took place in the first half of the 1990s, with the introduction of these models. By the end of 2005, however, these plants together accounted for only 2.5% (410 MW) of installed capacity.

The largest proportion of installed wind power was produced by around 980 plants in the power class of between 1,000 and 1,999 kW (56% of the installed capacity). The 6,260 or so WTs with a capacity of between 500 and 999 kW and the 1,880 or so plants of the next-largest, 2 MW class account for a share of 20%.

Abb. 14: In Deutschland installierte WEA nach Leistungsklassen



Operators

The structure of WT operators in the '250 MW Wind' programme showed no marked displacement in comparison to recent years. Given today's typical investment sums and the extent of initial planning involved, most WTs are now operated by commercial companies founded for this purpose. The one-time major share of WT installations initiated, developed and later also financed by private individuals continued to decline in 2005, as in the previous years. If private individuals, commercial operators and operator groups are considered as private operators, 80% of all plants in the WMEP (77% of the capacity) are funded by private investment. Utility companies operate only 4% of the WTs.

Participating operators represent the following groups:

- private: private individuals, mostly farmers
- commercial operators: mostly limited companies, usually operating wind farms. (Shares of limited companies owned by utility companies, for example, are not considered).
- operator groups: private groups, often for concepts involving direct use of the energy output by several individuals
- utility companies: regional and municipal utility companies
- firms: commercial enterprises, e.g. hotels, factories etc. which were not grounded solely for WT operation.

Betreiber im WMEP

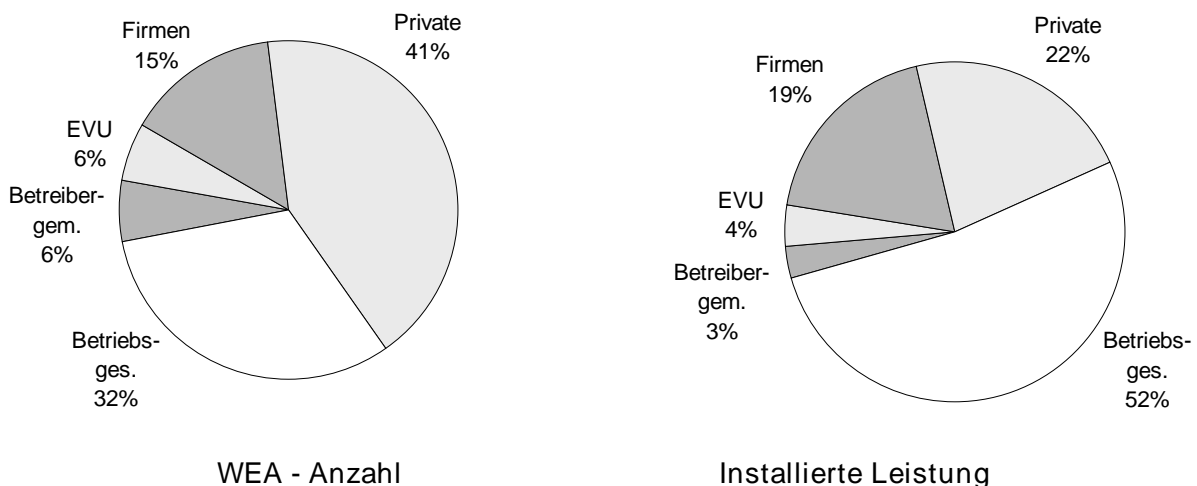
Die Betreiberstruktur im "250 MW Wind"-Programm zeigt im Vergleich zu den Vorjahren keine erheblichen Verschiebungen. Durch die heute typischen Investitionssummen und dem großen Umfang planerischer Aufgaben werden die weitaus meisten WEA von eigens zu diesem Zweck gegründeten Betriebsgesellschaften betrieben. Der einst überwiegende Anteil von WEA-Installationen, die von Privatpersonen initiiert, vorangetrieben und später auch finanziert wurden, nahm in 2005, wie schon in den Jahren davor, weiterhin kontinuierlich ab. Wenn private Einzelpersonen, Betreibergemeinschaften und Betriebsgesellschaften als private Betreiberformen betrachtet werden, sind 80% aller Anlagen im WMEP (77% der Leistung) mit privaten Mitteln finanziert. Von Energieversorgungsunternehmen werden lediglich 4% der WEA betrieben.

Die dargestellten Gruppen stehen für:

- Private: Privatpersonen, meist Landwirte
- Betriebsgesellschaften: kommerzielle Gesellschaften, meist in der Gesellschaftsform GmbH; im Allgemeinen zum Betrieb von Windparks mit reinem Netzparallelbetrieb. (Beteiligungen, z. B. von EVU an Betriebsgesellschaften, bleiben hierbei unberücksichtigt)
- Betreibergemeinschaften: private Gemeinschaften, meist mit der Gesellschaftsform GbR, oft für Weilerkonzepte mit Energieeigennutzung durch mehrere Betreiber
- EVU: regionale und kommunale Energieversorgungsunternehmen
- Firmen: Gewerbebetriebe, z. B. Hotelbetrieb, Zuckerfabrik etc., die nicht eigens für den Betrieb von WEA gegründet wurden.

Abb. 17: Betreiber im WMEP

Betreiberstatus



Blitzschlag

In den Jahren 1992 bis 2005 wurden durch das ISET insgesamt 1.155 Instandsetzungsberichte mit einer Zuordnung zur Störungsursache "Blitzschlag" ausgewertet.

In 2005 hatten die im WMEP erfassten 424 WEA zwei direkte Blitzeinschläge sowie weitere 12 indirekte Blitzschäden - d.h. Überspannungsschäden nach Blitzeinschlag in das Stromnetz - zu verzeichnen. Die regionale Verteilung aller registrierten Blitzeinschläge zeigt für WEA im Mittelgebirge im Vergleich mit den übrigen Regionen mit 12,7 Meldungen in 100 Betriebsjahren (d.h. einer Wahrscheinlichkeit von 12,7% pro Betriebsjahr) ein deutlich höheres Blitzschlagrisiko.

Der unten aufgeführte Medianwert der Stillstandszeit wird im Unterschied zum arithmetischen Mittelwert nicht durch einzelne Extremwerte beeinflusst und kann damit als "typischer" Wert der Stillstandszeit pro Blitzschaden gelten. Dieser Wert lag im Jahr 2005 bei ca. 27 Stunden.

Lightning Strike

Between 1992 and 2005, ISET evaluated a total of 1,155 repair reports in which the cause for failure was recorded as "lightning strike".

In 2005 the 424 WTs involved in the WMEP reported a total of two direct lightning strikes and a further 12 cases of indirect lightning damage, i.e. overvoltage damage through the electrical grid. The regional distribution of all registered lightning strikes indicates, with 12.7 reports in 100 operational years (i.e. a probability of 12.7% per operational year), as in previous years, a clearly higher risk for WTs in low mountain regions than in other location categories.

The statistical median of downtime included below is, unlike the mathematical average, not influenced by extreme values and can therefore be seen as a "typical" value of downtime per lightning damage. This value was approx. 27 hours in 2005.

Tab. 5: Störungsursache Blitzschlag - Gesamtüberblick 1992 - 2005

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	gesamt
WEA-Anzahl	731	1.054	1.322	1.473	1.521	1.514	1.509	1.480	1.439	1.335	1.146	898	658	424	1.616*)
WEA mit Bericht	611	989	1.219	1.400	1.455	1.486	1.492	1.404	1.311	1.168	972	703	525	328	1.612
WEA-Betriebsjahre	574	898	1.184	1.410	1.500	1.509	1.508	1.480	1.439	1.335	1.146	898	656	424	15.960
Anzahl Meldungen	58	79	149	120	70	111	127	109	98	67	76	47	30	14	1.155
davon Direkteinschläge	9	16	48	58	15	31	28	26	18	17	21	24	10	2	323
Meldungen pro 100 WEA-Betriebsjahre	10,1	8,8	12,6	8,5	4,7	7,4	8,4	7,4	6,8	5,0	6,6	5,2	4,6	3,3	7,2
davon Direkteinschläge	16%	20%	32%	48%	21%	28%	22%	24%	18%	25%	28%	51%	33%	14%	28%
Typische Stillstandszeit**) in Stunden	30,0	48,0	43,4	47,6	21,5	24,0	24,0	32,0	26,0	67,0	60,0	46,0	43,0	27,3	35,0

Tab. 6: Regionale Verteilung von Blitzschäden 1992 - 2005

	Küste	Norddt. Tiefebene	Tiefebene bewaldet	Mittelgebirge	gesamt
WEA-Anzahl	651	439	121	405	1.616 *)
WEA mit Bericht	651	437	121	403	1.612
WEA-Betriebsjahre	6.533	4.316	1.198	3.913	15.960
Anzahl Meldungen	288	272	84	497	1.141
davon Direkteinschläge	98	60	18	147	323
Meldungen pro 100 WEA-Betriebsjahre	4	6	7	13	7
davon Direkteinschläge	34%	22%	21%	30%	28%
Typische Stillstandszeit**) in Stunden	28,0	32,8	49,5	32,4	35,0

*) Sämtliche bisher im WMEP erfassten Anlagen

**) Als "typische Stillstandszeit" wird der Medianwert angegeben, d.h. eine identische Anzahl von gemeldeten Werten liegt unterhalb und oberhalb dieses statistischen Wertes.

Lightning Strike - Monthly Frequency

Typically, most damages and operational disturbances through lightning strike are reported in the summer months. Caused by heat thunderstorms, the lightning strike probability achieves average values of around 15% (i.e. 15 reports in 100 operational months) in the months from June to August.

In 2005, the number of lightning strikes during summer months was far below long-term average, while an above-average number of strikes were observed in January and December.

Despite the now standardised implementation of lightning protection systems, the disturbance frequency through lightning strike lays in the same range as for the other external failure causes.

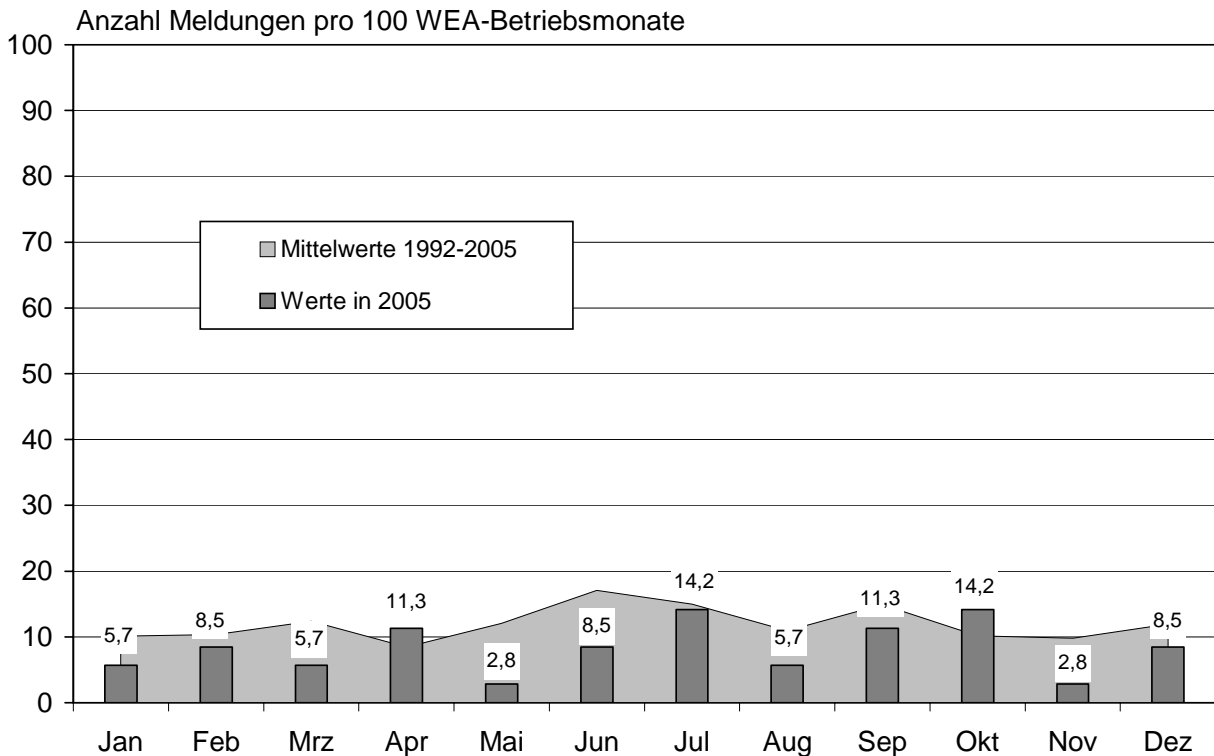
Blitzschlag - Monatliche Häufigkeit

Typischerweise werden die meisten Schäden und Betriebsstörungen durch Blitzschläge im Sommer gemeldet. Ausgelöst durch Wärmegewitter erreicht die Blitzschlagwahrscheinlichkeit in den Monaten Juni bis August im langjährigen Durchschnitt Werte von etwa 15% (d.h. 15 Meldungen in 100 Betriebsmonaten).

In 2005 lagen die Blitzschlag-Häufigkeiten der Sommermonate weit unter den langjährigen Durchschnittswerten, während im Januar und Dezember des Jahres eine überdurchschnittliche Blitzschlag-Häufigkeit registriert wurde.

Trotz mittlerweile standardmäßig eingeführter Blitzschutzsysteme liegt die Störungshäufigkeit durch die Ursache Blitzschlag in der gleichen Größenordnung wie die der anderen externen Ursachen.

Abb. 19: Monatliche Blitzschlag-Häufigkeit in 2005, im Vergleich mit langfristigen Mittelwerten



Icing - Monthly Frequency

Operational disturbances due to icing are reported from the beginning of October until March. Particularly in the more elevated low mountain regions, which year by year report an above-average number of disturbances, the ice forming weather conditions can persist until late in spring.

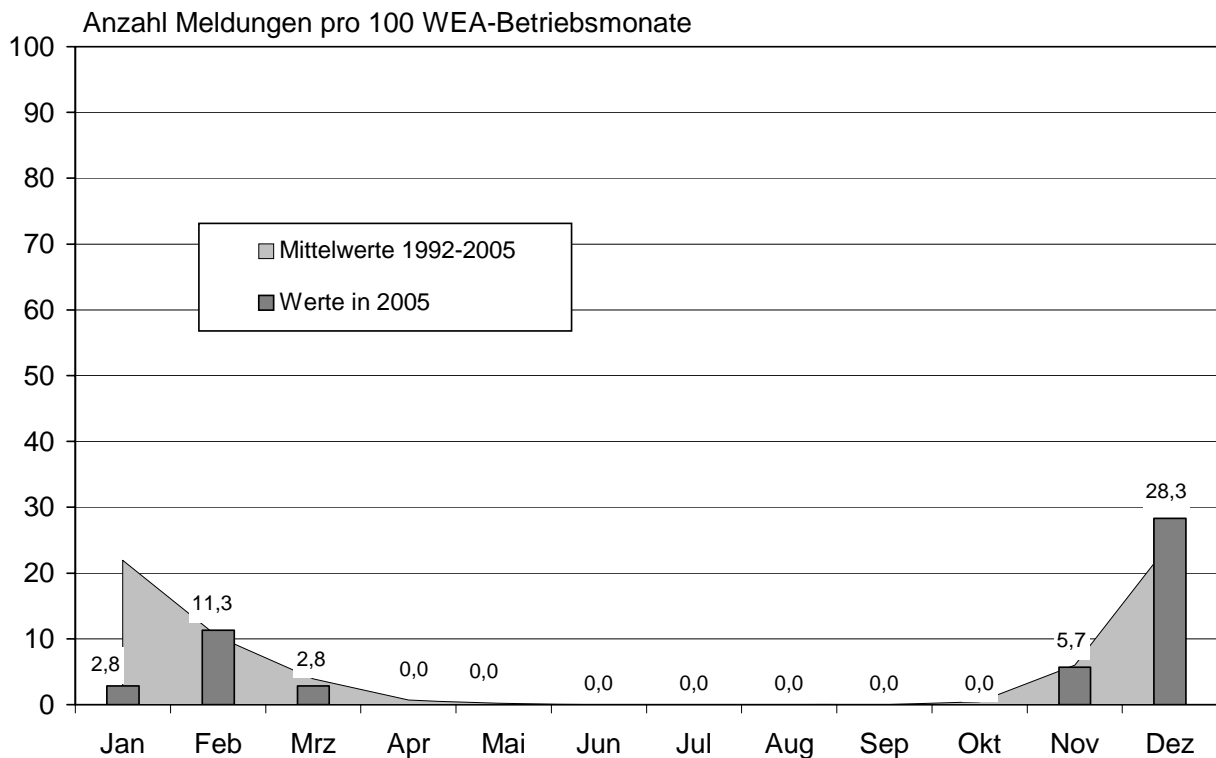
In 2005 approximately 28 cases of icing per 100 WT operational months were recorded in December, this basically corresponding to the long-term average for the month, whereas the climactic conditions in January of the same year led to exceptionally few reports (only approx. 3 per 100 WT operational months).

Eisansatz - Monatliche Häufigkeit

Betriebsstörungen und Schäden aufgrund von Eisansatz werden beginnend im Oktober bis in den März hinein gemeldet. Vor allem in den höheren Lagen der Mittelgebirge, für die ohnehin ein Vielfaches an Vereisungsfällen gemeldet wird, können die Eisbildung fördernde Wetterbedingungen noch bis spät im Frühjahr eintreten.

In 2005 traten im Dezember ca. 28 Vereisungsfälle pro 100 WEA-Betriebsmonate auf, was in etwa dem langjährigen Durchschnitt für diesen Monat entspricht, während die klimatischen Bedingungen im Januar des Jahres zu außergewöhnlich wenigen Meldungen (nur ca. 3 pro 100 WEA-Betriebsmonate) führten.

Abb. 20: Monatliche Eisansatz-Häufigkeit in 2005, im Vergleich mit langfristigen Mittelwerten



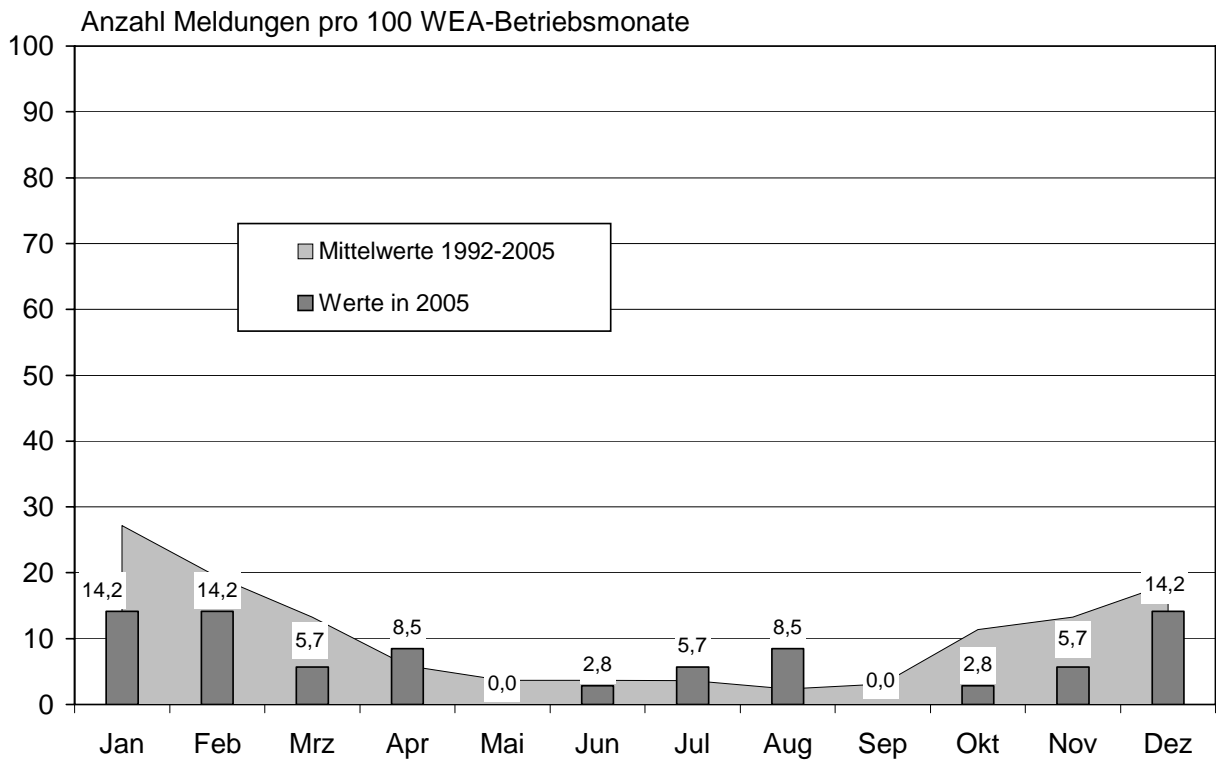
Storm - Monthly Frequency

In 2005 reports of storm damage lay well below the long-term average. In April, July and August only, storm fronts led to slightly increased values.

Sturm - Monatliche Häufigkeit

In 2005 lagen die monatlichen Meldungen über Sturmschäden mehrheitlich unterhalb der langjährigen Mittelwerte. Lediglich im April, Juli und August führten Gewitterfronten zu leicht erhöhten Werten.

Abb. 21: Monatliche Sturmmeldungs-Häufigkeit in 2005, im Vergleich mit langfristigen Mittelwerten

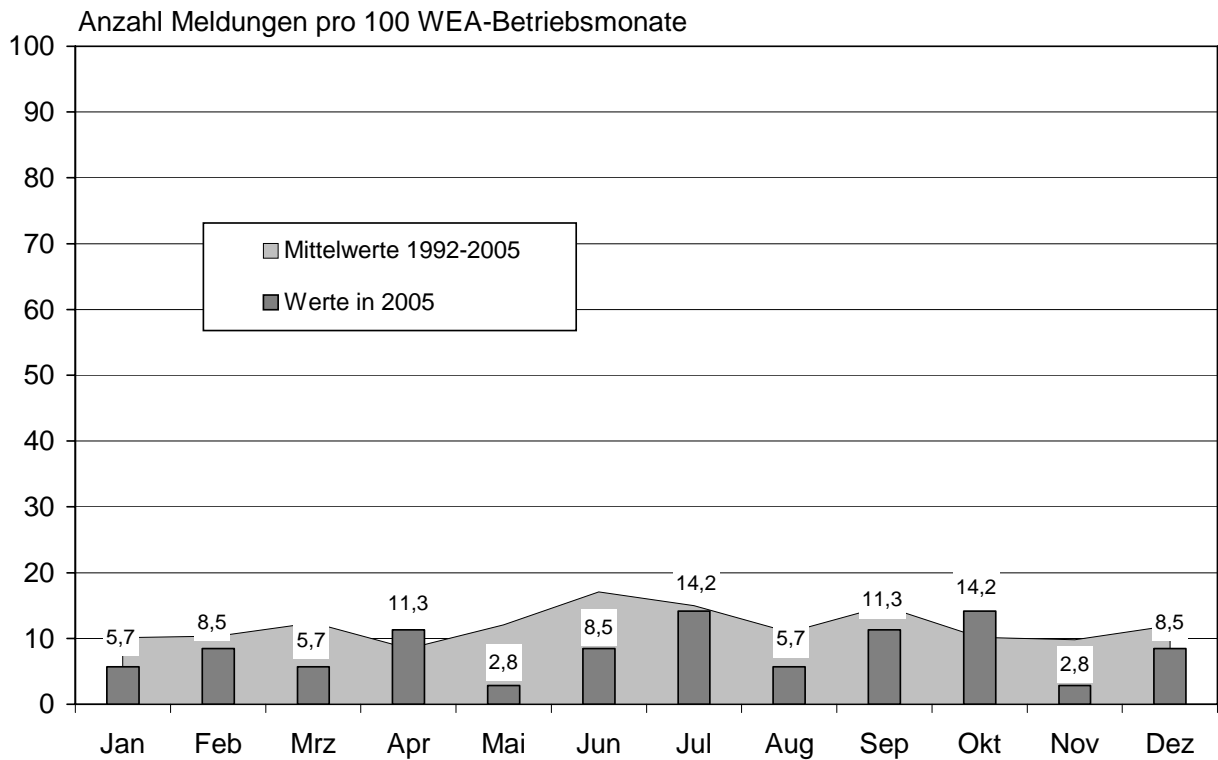


Grid Failure - Monthly Frequency
 Unlike the causes of failure "lightning", "icing" and "storm", no significant seasonal dependence can be determined for "grid failure". In 2005 the 13 reports per 100 months of operation were fairly evenly distributed.

Netzausfall - Monatliche Häufigkeit

Die Störungsursache "Netzausfall" weist im langjährigen Durchschnitt - anders als "Blitzschlag", "Sturm" und "Eisansatz" keine signifikanten jahreszeitlichen Abhängigkeiten auf. In 2005 waren die ca. 13 Meldungen pro 100 Betriebsmonaten gleichmäßig verteilt.

Abb. 22: Monatliche Netzausfall-Häufigkeit in 2005, im Vergleich mit langfristigen Mittelwerten



Monatswerte der Gesamt-Windstromeinspeisung

Zur Ermittlung des Ausnutzungsgrads (engl.: "capacity factor") der Gesamt-Windstromproduktion einzelner Monate werden die Energielieferungsdaten der im WMEP erfassten WEA verwendet. Die tatsächlich erzielten Monatsenergielieferungen aller betrachteten Anlagen werden dabei auf die theoretische maximale Gesamt-Monatsproduktion bezogen. Mit zunehmender Bedeutung des langfristigen Stromhandels rücken diese statistischen Erwartungswerte der großräumigen Windstromproduktion weiter ins Blickfeld.

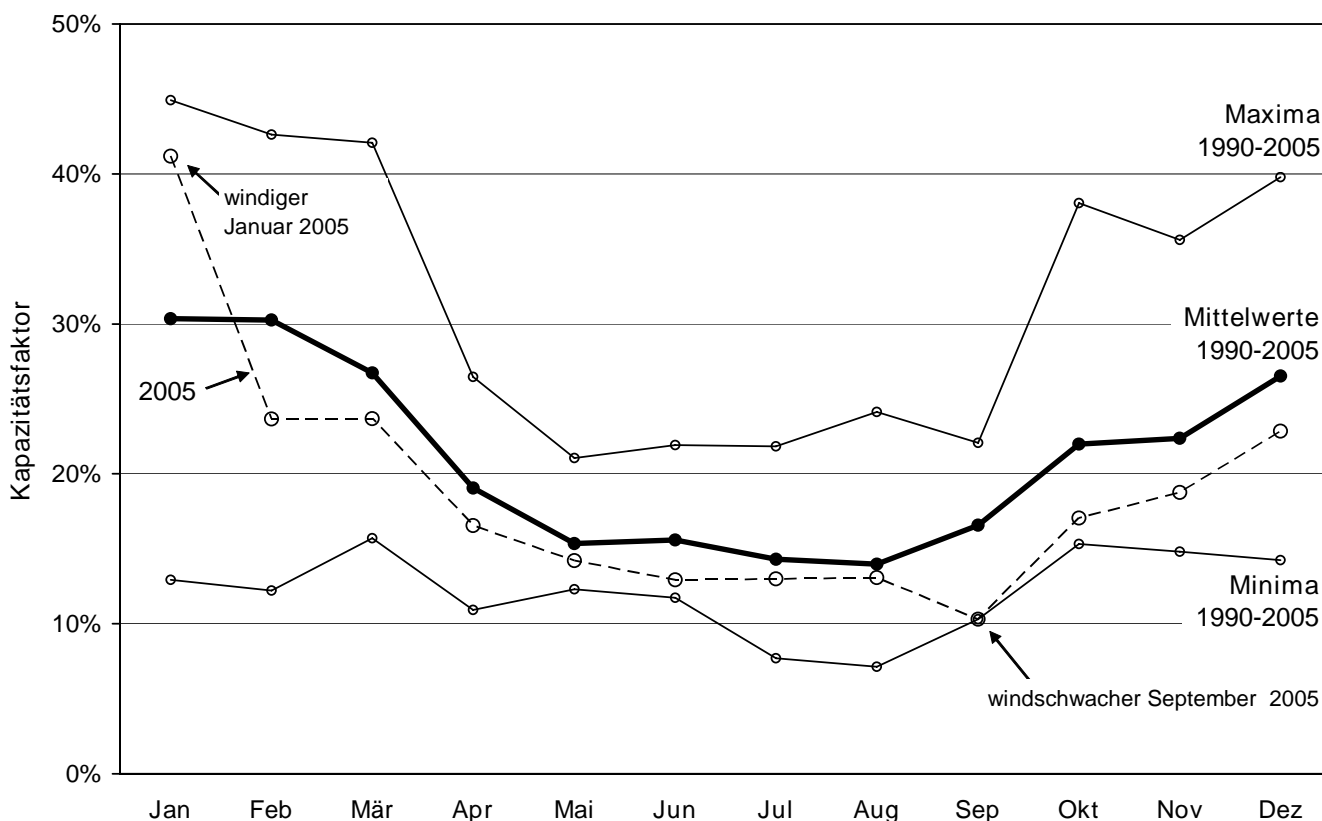
Die langjährigen Durchschnittswerte der einzelnen Monate reichen von ca. 15% von Mai bis August bis rund 30% in Januar und Februar. Je nach Großwetterlage und jährlichem Windangebot sind davon abweichende Ausnutzungsgrade festzustellen, die in den Jahren 1990 - 2005 zwischen einem Minimalwert von 7% (August 1997) und einem Maximalwert von 45% (Januar 1993) lagen.

Monthly Values of the Total Wind Power Supply

The energy production data, from WTs included in the WMEP, is used to ascertain the capacity factor of total wind power supply for individual months. The actual monthly energy supply achieved by all considered plants is related to the theoretical, maximum total monthly production. With the increasing importance of the long-term power trade, the statistically expected values from large-scale wind power production move more into focus.

The long-term average values of individual months range from 15% from May to August up to around 30% in January and February. According to the general weather conditions and annually available wind, deviating capacity factors are determined, which lie between a minimum value of 7% (August 1997) and a maximum value of 45% (January 1993) for the period from 1990 to 2005.

Abb. 25: Mittlerer monatlicher Ausnutzungsgrad der WEA im WMEP



Development of the Energy Production in the Course of the Year

Winter months are known to contribute significantly more towards annual energy revenues than the summer months. The evaluation concerning the capacity factor (previous page) shows that the wind available during summer amounts to only about half of that available in winter. Furthermore, the largest contributions can clearly be expected in the months of January and February.

The depiction of the average development of annual energy production also concentrates on the reported monthly production of all WTs included in the WMEP. It is shown that, in an average year, a quarter of the annual energy has already been supplied by the end of February. There are, of course, differences from year to year. For comparison, the average rate of the annual development is shown in relation to the individual years of 1995 and 1999, which deviated significantly from the average.

As a result, it is clear that the generating wind in 2005, despite above-average results for January, was fairly average for the first half of the year. In the summer the figures then fell below the average and again fell notably during the autumn, achieving only 90% of the long-term average by the end of December.

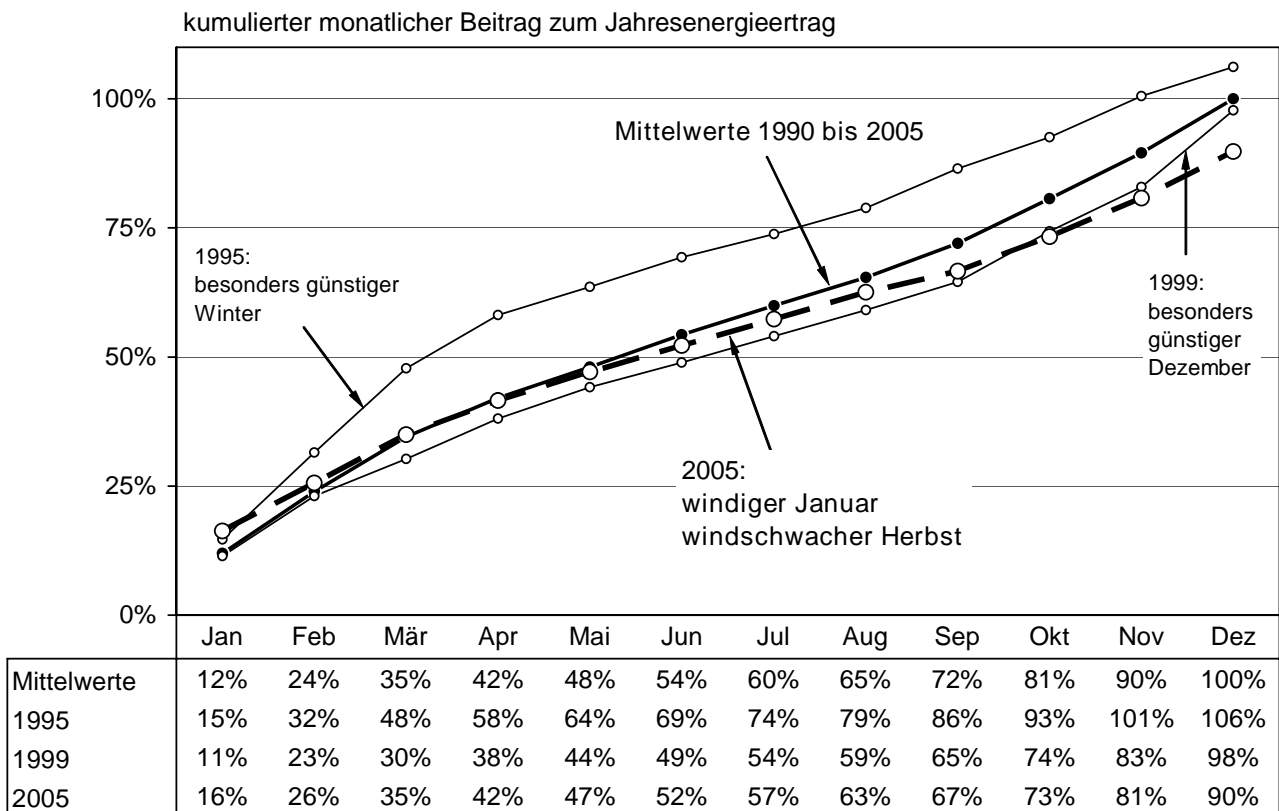
Entwicklung des Energieertrags im Verlauf des Jahres

Bekanntermaßen steuern die Monate des Winterhalbjahres deutlich mehr zum Jahresenergieertrag der WEA bei als die Sommermonate. Die Auswertung zum Ausnutzungsgrad (vorausgehende Seite) zeigt, dass das Windangebot während des Sommers nur etwa die Hälfte des Angebots im Winter ausmacht. Weiterhin ist zu erkennen, dass der größte Beitrag in den Monaten Januar und Februar zu erwarten ist.

Die Darstellung der durchschnittlichen Entwicklung des Jahresenergieertrags beruht wiederum auf den Betreiberberichten der monatlichen Energieerträge der im WMEP erfassten Anlagen. Es zeigt sich, dass in einem durchschnittlichen Jahr Ende Februar bereits ein Viertel der Jahresenergie eingespeist ist. Natürlich gestaltet sich der Verlauf von Jahr zu Jahr unterschiedlich. Zum Vergleich wurden dem mittleren Jahresverlauf die stark vom Durchschnitt abweichenden Entwicklungen der Jahre 1995 und 1999 gegenübergestellt.

Im Vergleich dazu wird deutlich, dass sich das Windangebot 2005 nach dem überdurchschnittlichen Januar im ersten Halbjahr etwa durchschnittlich entwickelte, im Sommer dann hinter dem Durchschnitt zurückblieb, in den Herbstmonaten gegenüber den durchschnittlichen Verhältnissen noch mal deutlich verlor und Ende Dezember nur 90% des langjährigen Durchschnitts erreichte.

Abb. 26: Durchschnittliche Entwicklung des Jahresenergieertrags



**Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung
der optischen Immissionen
von Windenergieanlagen**

Länderausschuss für Immissionsschutz

Stand: 13.03.2002

Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise)

0. Vorbemerkung

Im Rahmen der zur Verfügung stehenden erschöpflichen Ressourcen hat die alternative/regenerative Energieerzeugung einen hohen Stellenwert, hier insbesondere die Nutzung der Windenergie. Moderne Windenergieanlagen (WEA) haben kaum noch etwas mit den "Windmühlen" früherer Generationen gemeinsam, werfen aber durch ihre Anzahl, Größe und Erscheinungsbilder bisher nicht gekannte Probleme aufgrund der Belästigungen durch Lärm und optische Effekte auf.

Hinsichtlich der Lärmeinwirkungen bestehen Regelungen, die insoweit betroffenen Nachbarn entsprechenden Schutz bieten. Für die Beurteilung der Einwirkung durch Lichtblitze und bewegten, periodischen Schattenwurf durch den Rotor einer WEA hat der Gesetzgeber bisher keine rechtsverbindlichen Vorschriften mit Grenz- oder Richtwerten erlassen oder in Aussicht gestellt.

Wissenschaftliche Untersuchungen belegen die Erfahrung, dass optische Immissionen insbesondere in Form periodischen Schattenwurfs zu erheblichen Belästigungswirkungen (Stressor) führen können. Unter Berücksichtigung dieser Untersuchungen und Anhörungen von Gutachtern sollen diese Hinweise eine einheitliche und praxisnahe Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen ermöglichen.

1. Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich und immissionsschutzrechtliche Grundsätze

Die Hinweise finden Anwendung bei der Beurteilung der optischen Wirkungen von WEA auf den Menschen. Sie umfassen sowohl den durch den WEA-Rotor verursachten periodischen Schattenwurf als auch die Lichtreflexe („Disco-Effekt“) und sind Immissionen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) [1]. Nicht als Immission gilt jedoch die sonstige Wirkung einer WEA aufgrund der Eigenart der Rotorbewegung, die ein zwanghaftes Anziehen der Aufmerksamkeit mit entsprechenden Irritationen bewirken kann.

Die Hinweise enthalten Beurteilungsmaßstäbe zur Konkretisierung der Anforderungen aus § 5 Abs. 1 Nrn. 1 und 2 und § 22 Abs. 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG).

Als Gegenstand von Anordnungen kommen technische Maßnahmen sowie zeitliche Beschränkungen des Betriebes der WEA in Betracht. Eine Stilllegung kommt nur in Betracht, wenn ihr Betrieb zu Gefahren für Leben, Gesundheit oder bedeutende Sachwerte führt. Für optische Immissionen bei WEA dürfte dieses in der Regel nicht gegeben sein.

1.2 Begriffsbestimmungen

Lichtblitze (Disco-Effekte) sind periodische Reflexionen des Sonnenlichtes an den Rotorblättern.

Sie sind abhängig vom Glanzgrad der Rotoroberfläche und vom Reflexionsvermögen der gewählten Farbe.

Kernschatten ist vom Immissionsort aus betrachtet die vollständige Verdeckung der Sonne durch das Rotorblatt.

Halbschatten ist vom Immissionsort aus betrachtet die nicht vollständige Verdeckung der Sonne durch das Rotorblatt.

Periodischer Schattenwurf ist die wiederkehrende Verschattung des direkten Sonnenlichtes durch die Rotorblätter einer Windenergieanlage. Der Schattenwurf ist dabei abhängig von den Wetterbedingungen, der Windrichtung, dem Sonnenstand und den Betriebszeiten der Anlage. Vom menschlichen Auge werden Helligkeitsunterschiede größer als 2,5 % wahrgenommen [3].

Beschattungsbereich ist die Fläche, in der periodischer Schattenwurf auftritt.

Astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer (worst case) ist die Zeit, bei der die Sonne theoretisch während der gesamten Zeit zwischen Sonnenauf- und Sonnenuntergang durchgehend bei wolkenlosem Himmel scheint, die Rotorfläche senkrecht zur Sonneneinstrahlung steht und die Windenergieanlage in Betrieb ist.

Tatsächliche Beschattungsdauer ist die vor Ort real ermittelte und aufsummierte Einwirkzeit an periodischem Schattenwurf. Beträgt die Bestrahlungsstärke der direkten Sonneneinstrahlung auf der zur Einfallrichtung normalen Ebene mehr als 120 W/m^2 , so ist Sonnenschein mit Schattenwurf anzunehmen. Die Umrechnung in die Beleuchtungsstärke ist im Anhang aufgeführt.

Meteorologisch wahrscheinliche Beschattungsdauer ist die Zeit, für die der Schattenwurf unter Berücksichtigung der üblichen Witterungsbedingungen berechnet wird. Als Grundlage dienen die langfristigen Messreihen des Deutschen Wetterdienstes (DWD).

Maßgebliche Immissionsorte sind

- a) schutzwürdige Räume, die als
 - Wohnräume, einschließlich Wohndielen
 - Schlafräume, einschließlich Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten und Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien
 - Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen
 - Büroräume, Praxisräume, Arbeitsräume, Schulungsräume und ähnliche Arbeitsräume genutzt werden.

Direkt an Gebäuden beginnende Außenflächen (z. B. Terrassen und Balkone) sind schutzwürdigen Räumen tagsüber zwischen 6:00 - 22:00 Uhr gleichgestellt.

- b) unbebaute Flächen in einer Bezugshöhe von 2 m über Grund an dem am stärksten betroffenen Rand der Flächen, auf denen nach Bau- oder Planungsrecht Gebäude mit schutzwürdigen Räumen zulässig sind.

1.3 Grundlagen der Ermittlung und Bewertung von Immissionen durch periodischen Schattenwurf

Ziel ist die sichere Vermeidung erheblicher Belästigungen, die durch periodische Lichteinwirkungen (optische Immissionen) durch WEA entstehen können. Die Erheblichkeit einer Belästigung hängt nicht nur von deren Intensität ab, sondern auch wesentlich von der Nutzung des Gebietes, auf das sie einwirkt, von der Art der Einwirkungen sowie der Zeitdauer der Einwirkungen. Bei der Beurteilung sind **alle WEA im Umkreis** einzubeziehen, die auf den jeweiligen Immissionspunkt einwirken. Einwirkungen durch periodischen Schattenwurf können dann sicher ausgeschlossen werden, wenn alle in Frage kommenden Immissionsorte in der Anlagenumgebung außerhalb des möglichen Beschattungsbereiches der jeweiligen WEA liegen.

Der zu prüfende Bereich ergibt sich aus dem Abstand zur WEA, in welchem die Sonnenfläche gerade zu 20 % durch ein Rotorblatt verdeckt wird. Da die Blatttiefe nicht über den gesamten Flügel konstant ist, sondern zur Rotorblattspitze hin abnimmt, ist ersatzweise ein rechteckiges Rotorblatt mit einer mittleren Blatttiefe zu ermitteln und zugrunde zu legen:

(Mittlere Blatttiefe = $1/2$ (max. Blatttiefe + min. Blatttiefe bei $0,9 \cdot$ Rotorradius)) [7].

Der Beschattungsbereich kann für eine einzelne Anlage konservativ der Abbildung im Anhang entnommen werden oder ansonsten im konkreten Einzelfall nachgewiesen werden. Darüber hinaus kann der Beschattungsbereich nach Freund [3] bestimmt werden.

Soweit mehrere WEA zu Immissionsbeiträgen führen können, gelten die Ausführungen für jede Einzelanlage. Höhendifferenzen im Gelände zwischen Standort der WEA und dem Immissionsort (z. B. bei Aufstellung einer WEA auf einem Hügel) sind zu berücksichtigen.

Eine Differenzierung in Kern- oder Halbschatten ist für die Belästigung **nicht bedeutsam**.

Soweit sich zu berücksichtigende Immissionsorte innerhalb des Beschattungsbereiches von WEA befinden, muss mit zeitweilig auftretenden wiederkehrenden Belästigungswirkungen gerechnet werden.

Von Relevanz sind die an einem Immissionsort tatsächlich auftretenden bzw. wahrnehmbaren Immissionen, die nur bei bestimmten Wetterbedingungen auftreten können. Eine Einwirkung durch zu erwartenden periodischen Schattenwurf wird als nicht erheblich belästigend angesehen, wenn die **astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer** [8] [9] unter kumulativer Berücksichtigung aller WEA-Beiträge am jeweiligen Immissionsort in einer Bezugshöhe von 2 m über Erdboden nicht mehr als **30 Stunden pro Kalenderjahr und darüber hinaus nicht mehr als 30 Minuten pro Kalendertag** beträgt. Bei der Beurteilung des Belästigungsgrades wurde eine durchschnittlich empfindliche Person als Maßstab zugrunde gelegt.

Bei Überschreitung der Werte für die **astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer** kommen unter anderem technische Maßnahmen zur zeitlichen Beschränkung des Betriebes der WEA in Betracht. Eine wichtige technische Maßnahme stellt als Gegenstand von Auflagen und Anordnungen die Installierung einer Ab-

schaltautomatik dar, die mittels Strahlungs- oder Beleuchtungsstärkesensoren die konkrete meteorologische Beschattungssituation erfasst und somit die vor Ort konkret vorhandene Beschattungsdauer begrenzt. Da der Wert von 30 Stunden pro Kalenderjahr auf Grundlage der astronomisch möglichen Beschattung entwickelt wurde, wird für Abschaltautomatiken ein entsprechender Wert für die tatsächliche, reale Schattendauer, die **meteorologische Beschattungsdauer** festgelegt. Dieser Wert liegt auf Grundlage von [2] bei 8 Stunden pro Kalenderjahr.

2. Vorhersage des periodischen Schattenwurfs

Aus Gründen der Vergleichbarkeit und Nachvollziehbarkeit ist bei der Erstellung von Immissionsprognosen von folgenden Vereinfachungen und Annahmen auszugehen: Die Sonne ist als punktförmige Quelle anzunehmen und scheint tagsüber an allen Tagen des Jahres. Es herrscht wolkenloser Himmel und für die Bewegung des Rotors ausreichender Wind (100 % Verfügbarkeit). Die Windrichtung entspricht dem Azimutwinkel der Sonne, die Rotorkreisfläche steht dann senkrecht zur Einfallrichtung der direkten Sonneneinstrahlung. Den Berechnungen wird geographisch Nord zugrunde gelegt. Abstände zwischen Rotorebene und Turmachse sind zu vernachlässigen. Die Lichtbrechung in der Atmosphäre (Refraktion) wird nicht berücksichtigt.

Der Schattenwurf für Sonnenstände unter 3° Erhöhung über Horizont kann wegen Bewuchs, Bebauung und der zu durchdringenden Atmosphärenschichten in ebenem Gelände vernachlässigt werden. Zur genaueren Ermittlung der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer sollte von der effektiven Schatten werfenden Zone einer WEA ausgegangen werden. Diese Größe ergibt sich unter Einbeziehung der Strahlungsdiffusion in der Atmosphäre [12].

Für das Summieren der Jahresstunden ist das Kalenderjahr mit 365 Tagen und für das Summieren der täglichen Schattenzeiten der 24-Stunden-Tag zugrunde zu legen.

Dauerhafte natürliche und künstliche lichtundurchlässige Hindernisse, die den periodischen Schattenwurf von WEA begrenzen, können berücksichtigt werden.

In der abschließenden Zusammenfassung ist die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer anzugeben.

3. Beurteilung

Eine erhebliche Belästigung durch periodischen Schattenwurf liegt dann nicht vor, wenn sowohl die Immissionsrichtwerte für die tägliche als auch die jährliche Beschattungsdauer durch alle auf den maßgeblichen Immissionsort einwirkenden Windenergieanlagen unterschritten werden.

3.1 Immissionsrichtwerte für die jährliche Beschattungsdauer

Bei der Genehmigung von Windenergieanlagen ist sicherzustellen, dass der Immissionsrichtwert für die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer von **30 Stunden pro Kalenderjahr** nicht überschritten wird. Bei Beschwerden hinsichtlich

des Schattenwurfs durch bereits bestehende Anlagen ist die Einhaltung dieses Immissionsrichtwertes zu überprüfen.

Bei Überschreitungen ist durch geeignete Maßnahmen (siehe 4.1) die Einhaltung der Immissionsschutzanforderungen dieser Hinweise zu gewährleisten. Bei Einsatz einer Abschaltautomatik, die keine meteorologischen Parameter berücksichtigt, ist durch diese auf die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer von 30 Stunden pro Kalenderjahr zu begrenzen. Wird eine Abschaltautomatik eingesetzt, die meteorologische Parameter berücksichtigt (z. B. Intensität des Sonnenlichtes), ist auf die tatsächliche Beschattungsdauer von 8 Stunden zu begrenzen.

3.2 Immissionsrichtwert für die tägliche Beschattungsdauer

Der Immissionsrichtwert für die tägliche Beschattungsdauer beträgt **30 Minuten**.

In der Laborstudie der Universität Kiel [9] wurde festgestellt, dass bereits eine einmalige Einwirkung des Schattenwurfs von 60 Minuten zu Stressreaktionen führen kann. Aus Vorsorgegründen wird daher die tägliche Beschattungsdauer auf **30 Minuten** begrenzt.

Dieser Wert gilt bei geplanten Anlagen für die **astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer**, bei bestehenden Anlagen für die tatsächliche Schattendauer. Bei Überschreitung dieses Richtwertes an mindestens drei Tagen ist durch geeignete Maßnahmen die Begrenzung der täglichen Beschattungsdauer auf 30 Minuten zu gewährleisten.

4. Auflagen und Minderungsmaßnahmen

4.1 Schattenwurf

Bei der Wahl von WEA-Standorten bestimmt sich das Maß der Vorsorgepflicht hinsichtlich der erreichbaren Immissionsminderung gegen Beschattung an maßgeblichen Immissionsorten einzelfallbezogen unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit und den Anforderungen der Landes-/Bauleitplanung.

Überschreitet eine WEA die zulässigen Immissionsrichtwerte gemäß 3, so ist eine Immissionsminderung durchzuführen, die die überprüfbare Einhaltung der Immissionsrichtwerte zum Ziel hat. Diese Minderung erfolgt durch die gezielte Anlagenabschaltung für Zeiten real auftretenden oder astronomisch möglichen Schattenwurfs an den betreffenden Immissionsorten. Bei der Festlegung der genauen Abschaltzeiten ist die räumliche Ausdehnung am Immissionsort (z. B. Fenster- oder Balkonfläche) zu berücksichtigen. Bei Innenräumen ist die Bezugshöhe die Fenstermitte. Bei Außenflächen beträgt die Bezugshöhe 2 m über Boden.

Die ermittelten Daten zur Sonnenscheindauer und Abschaltzeit sollen von der Steuereinheit über mindestens ein Jahr dokumentiert werden; entsprechende Protokolle sollen auf Verlangen von der zuständigen Behörde einsehbar sein. Im Falle mehrerer beitragender WEA ist eine Aufteilung der Immissionsbeiträge für den jeweiligen Immissionsort möglich.

4.2 Lichtblitze

Störenden Lichtblitzen soll durch Verwendung mittelreflektierender Farben, z. B. RAL 7035-HR [6], und matter Glanzgrade gemäß DIN 67530/ISO 2813-1978 [5] bei der Rotorbeschichtung vorgebeugt werden. Hierdurch werden die Intensität möglicher Lichtreflexe und verursachte Belästigungswirkungen (Disco-Effekt) minimiert. Lichtblitze aufgrund von Nässe oder Vereisung werden nicht berücksichtigt.

Anhang

Berechnungsverfahren

Der Nachweis, dass eine bestimmte WEA keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch periodischen Schattenwurf verursacht, stützt sich im Rahmen von Planungsvorhaben und Anlagenüberwachung auf eine Schattenwurfprognose. Dies gilt ebenso für die Ermittlung ggf. erforderlicher Abschaltzeiten von WEA.

Eine Schattenwurfprognose gründet sich auf einem Algorithmus zur Berechnung des standort-, tages- und uhrzeitabhängigen Sonnenstandes. Zur Gewährleistung einer einheitlichen Durchführung und vereinfachter Überprüfbarkeit wird der Bezug auf die normierten und allgemein zugänglichen Berechnungsmodelle [10] bzw. [11] empfohlen.

Die Grundgenauigkeit der in eine Prognose eingehenden geometrischen Parameter sollte $\pm 3 \dots 10$ m.... betragen. Die Bestimmung der Schattenwurfzeiten soll an einer Genauigkeit von 1 min pro Tag orientiert sein. Absolute Zeitangaben sollen in MEZ bzw. MESZ erfolgen.

Die möglichen Beschattungszeiten an allen relevanten Immissionsorten sollen in der Schattenwurfprognose tageweise mit Anfangs-, Endzeitpunkt und Beschattungsdauer ausgewiesen sein; im Falle mehrerer WEA sollen die Beiträge der Anlagen einzeln und tageweise aufsummiert entnehmbar sein. Pro Immissionsort ist die aufsummierte Jahresbeschattungsdauer anzugeben.

Bestandteil einer Schattenwurfprognose sind weiterhin Auszüge aus topografischen Karten, die Anlagenstandorte und Immissionsorte unter Angabe ihrer Gauß-Krüger-Koordinaten mit Höhenangaben wiedergeben. Als Ergebnis können auch berechnete Iso-Schattenlinien (Kurven gleicher Jahresbeschattungsdauer - insbesondere 30 h Iso-Schattenlinie - in der Anlagenumgebung) ausgewiesen werden.

Software

Aufgrund des relativ großen Berechnungsaufwandes und der guten Berechnungsmöglichkeiten mit Hilfe von Computerprogrammen empfiehlt sich der Einsatz geeigneter Software. Hierzu kann auf kommerzielle Programme zurückgegriffen werden.

Eine Prognose mit Hilfe geeigneter Tabellendaten ist ebenfalls möglich.

Verwendete Arbeitshilfen sollen die Anforderungen dieser Hinweise, z. B. bzgl. der Berechnungsverfahren, berücksichtigen.

Arbeitshilfen

Tatsächliche Beschattungsdauer: Sonnenstand und Beleuchtungsstärke

Die resultierende Beleuchtungsstärke E [lx] in einer horizontalen Messfläche hängt vom Einfallswinkel (Sonnenstand) [°] sowie dem fotometrischen Strahlungsäquivalent [lx/Wm²] ab, das von der Lichtbrechung (Refraktion) und der Lufttrübung bestimmt wird und ebenfalls vom Sonnenstand abhängt.

Vom deutschen Wetterdienst werden folgende Eckdaten für die Beleuchtungsstärke angenommen:

Sonnenstand [°]	Beleuchtungsstärke [lx]	Strahlungsäquivalent [lx/Wm ²]
3	389	62
60	10.912	105

In erster Näherung ergeben sich daraus folgende Beleuchtungsstärken in Abhängigkeit vom Sonnenstand:

Sonnenstand [°]	Beleuchtungsstärke [lx]
3	389
5	664
10	1402
15	2207
20	3071
25	3986
30	4942
35	5929
40	6935
45	7949
50	8959
55	9951
60	10912

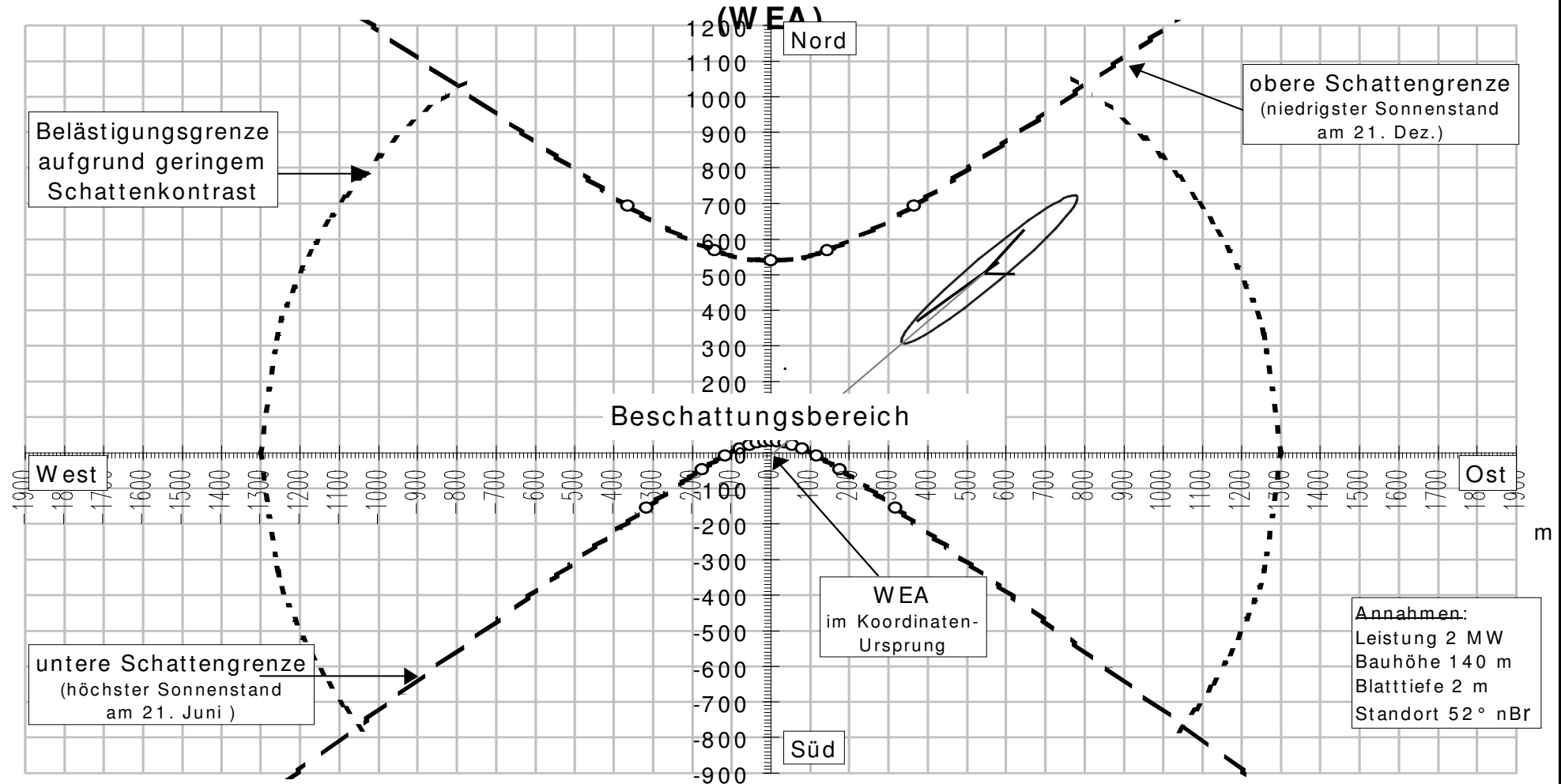
Für das Addieren der Jahresstunden ist das Kalenderjahr mit 365 Tagen und für das Addieren der täglichen Schattenzeiten der 24-Stunden-Tag zugrunde zu legen.

Sonnenauf- und -untergangszeiten [h:min; h:min]

	Berlin	Essen	Hannover	Karlsruhe	München	Schleswig	Schwerin
1. Jan	8:17;16:03	8:37;16:34	8:32;16:18	8:21;16:40	8:04;16:31	8:44;16:07	8:32;16:05
1. Apr	5:41;18:41	6:08;19:07	5:56;18:56	6:04;18:59	5:52;18:44	5:54;18:58	5:48;18:50
1. Jul	3:48;20:32	4:20;20:52	4:03;20:47	4:26;20:34	4:18;20:17	3:51;21:00	3:49;20:47
1. Okt	6:07;17:44	6:33;18:10	6:22;17:59	6:26;18:06	6:13;17:53	6:24;17:58	6:16;17:51

Quelle: DWD/BSH2001

Abb.: Möglicher Beschattungsbereich einer großen Windenergieanlage



Beschattungsdauer im Umfeld einer Windenergieanlage – Musterdaten

Koordinaten des Bezugsstandortes der WEA in ebenem Gelände:

Geographisch: 52° 00′ 00″ N 10° 00′ 00″ E (Mitte Deutschlands)

Gauß-Krüger (Bessel): 2 637 333 | 5 764 640

Bezugshöhe 2 m über Grund; horizontaler Rezeptor 0,1 x 0,1 m²

Lfd Nr.	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]	Azimut von Nord über Ost [°]	Entfernung WEA-Immissionsort [m]	Stunden/Jahr	Tage/Jahr	Minuten/Tag
1	60	40	0°	150	90	124	60
2			40°	300	25	62	32
3			120°	450	15	49	22
4	90	60	0°	250	83	111	56
5			40°	400	28	61	36
6			120°	650	14	46	22
7	100	80	0°	300	98	108	62
8			40°	500	37	76	38
9			120°	750	20	54	26

Aufgrund der Symmetrie des Beschattungsbereiches, korrespondierend mit dem tagesbezogenen (scheinbaren) Sonnenlauf, sind für spiegelbildlich zur Nord-Süd-Achse gelegene Immissionspunkte gleichartige Immissionen zu erwarten. Bei Überlagerung der Immissionen durch mehrere WEA beträgt die Gesamt-Beschattungsdauer an einem Immissionsort maximal gleich die Summe der Beschattungsdauern durch die einzelnen immissionsbeitragenden WEA.

Literatur:

- [1.] BImSchG
Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen,
Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge
(Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) vom 15. März 1974
(BGBl. I, S. 721, 1193) in der Fassung der Bekanntmachung
vom 14. Mai 1990 (BGBl. I S. 880), zuletzt geändert am 27. Juli 2001
(BGBl. I S. 1950, 1973)
- [2.] H.D. Freund
Effektive Einwirkzeit T_w des Schattenwurfs bei $T_{max} = 30$ h/Jahr,
Ausarbeitung
Institut für Physik und Allgemeine Elektrotechnik, Fachhochschule Kiel,
(24.01.2001)
- [3.] H.D. Freund
Die Reichweite des Schattenwurfs von Windkraftanlagen
Umweltforschungsbank UFORDAT (Juni 1999)

- [4.] K. Bohne, D. Michelbrand
Der Schattenwurf von Windkraftanlagen
Diplomarbeit FH Kiel (April 2000)
- [5.] DIN 67530/ISO 2813-
Reflektometer als Hilfsmittel zur Glanzbeurteilung an ebenen Anstrich- und
Kunststoff-Oberflächen
Deutsches Institut für Normung e. V. Berlin (1978)
- [6.] RAL 7035-HR - Farbregister
Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung
Bonn und St. Augustin (1998)
- [7.] Staatliches Umweltamt Schleswig
Ergebnisprotokoll des 3. Fachgesprächs vom 19.11.1999 über
Umwelteinwirkungen von Windenergieanlagen, Schleswig (1999)
- [8.] J. Pohl, F. Faul, R. Mausfeld, Belästigung durch periodischen Schattenwurf
von Windenergieanlagen,
Feldstudie, Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu
Kiel, 31.07.1999
- [9.] J. Pohl, F. Faul, R. Mausfeld, Belästigung durch periodischen Schattenwurf
von Windenergieanlagen, Laborpilotstudie, Institut für Psychologie der
Christian-Albrechts-Universität, Kiel, 15.05.2000
- [10.] DIN 5034-2: Tageslicht in Innenräumen - Grundlagen, Beuth-Verlag
Berlin 1985
- [11.] VDI 3789 Blatt2 -10 /94: Umweltmeteorologie - Wechselwirkungen zwischen
Atmosphäre und Oberflächen, Berechnung der kurz- und langwelligen
Strahlung, VDI , Düsseldorf 1994
- [12.] H.D. Freund, Einflüsse der Lufttrübung, der Sonnenausdehnung und der
Flügelform auf den Schattenwurf von Windenergieanlagen, Forschungsbe-
richt zur Umwelttechnik, Fachhochschule Kiel, Januar 2002

Psst!



Eine Information zum Thema Lärm



Baden-Württemberg

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ



INHALT

VORWORT	3
WAS IST LÄRM?	
Lärm – mehr als nur ein Ärgernis	4-5
GESUNDHEIT	
Wie Krach krank macht	6-7
STRASSENLÄRM	
Keine Ruhe vorm Verkehr	8-11
FLUGLÄRM	
Weniger Ärger mit den Airports	12-13
FREIZEITLÄRM	
Auch Ohren brauchen Urlaub	14-15
NACHBARSCHAFTSLÄRM	
Auf ruhige Nachbarschaft	16-17
SCHALLSCHUTZ IM HAUS	
Ruhige Wohnung gesucht	18-19
LÄRMSCHUTZ IM BETRIEB	
Weniger Lärm am Arbeitsplatz	20-21
SERVICE, IMPRESSUM	22-23

Zur Ruhe kommen

Geräusche rufen bei uns zwiespältige Emotionen hervor: Laute Musik regt den einen an, für den anderen ist sie störender Lärm und den Dritten lässt sie kalt. Einerseits wollen wir ruhig wohnen, leben und vor allem schlafen. Andererseits möchten wir mobil sein, viel erleben und uns ausleben. Lärmprobleme entstehen fast immer, wenn solche Bedürfnisse aufeinander treffen.

Eine repräsentative Befragung der Landesanstalt für Umweltschutz hat ergeben, dass 60 Prozent der Bevölkerung in Baden-Württemberg sich in ihrem Wohnbereich durch Lärm gestört oder belästigt fühlen. Bedeutendste Schallquelle ist der Straßenverkehr. Auf Rang 2 und 3 folgen Flugverkehr und Nachbarschaftslärm.

Es gibt also gute Gründe, sich stärker um das Thema Lärm zu kümmern. Verbesserungen lassen sich aber nicht allein mit

dem Ordnungsrecht, wissenschaftlichen Untersuchungen oder technischen Maßnahmen erzielen. Die Sensibilisierung und das bewusste Verhalten jedes Einzelnen müssen hinzukommen.



Diese Broschüre ist ein Beitrag dazu. Sie erklärt, was Lärm ist und wie er unsere Gesundheit gefährden kann. Auch über den Umgebungslärm durch Verkehr oder Freizeitaktivitäten finden Sie nützliche Informationen. Und für den Fall, dass sich ein Lärmproblem als hartnäckig erweist, nennt Ihnen der Serviceteil den richtigen Ansprechpartner.

In diesem Sinne ruhige Zeiten wünscht

Margareta Barth

Präsidentin der Landesanstalt für Umweltschutz

WAS IST LÄRM?

Lärm – mehr als nur ein Ärgernis

Jeder kennt das: Was für den Einen anregende Musik ist, bedeutet für den Anderen Krach und Belästigung. Die eine will mit ihrem Auto möglichst schnell nach Hause, die andere findet vor lauter Straßenverkehrslärm vor dem Schlafzimmer keine Ruhe. Jeder beurteilt Geräusche nach seinen persönlichen Vorlieben und seiner momentanen Situation.

Lärm ist allerdings nicht irgendeine Belästigung. Krach kann zahlreiche Gesundheitsschäden verursachen. Es beginnt mit Geiztheit und Konzentrationsstörungen und endet eventuell bei dauerhaften Gehör- oder Herz-Kreislaufschäden. Hinzu kommt, dass wir unerwünschten Geräuschen nicht so leicht ausweichen können.

SCHALL IST MESSBAR

Die Druckwellen des Schalls breiten sich in der Luft mit 340 Metern pro Sekunde, also mit über 1200 Stundenkilometern aus. Ihre Stärke

lässt sich mit einem Mikrofon messen, das die Schwingungen der Schallwellen in elektrische Signale umwandelt. Diese zeigen sich entsprechend der Lautstärke auf einer Skala von 0 bis 130 Dezibel (dB). Dabei nimmt das Messgerät die verschiedenen Frequenzen ungefähr so wie das menschliche Ohr auf. Diese Filterung heißt auch A-Bewertung, die Kurzbezeichnung der Skala lautet daher dB(A).

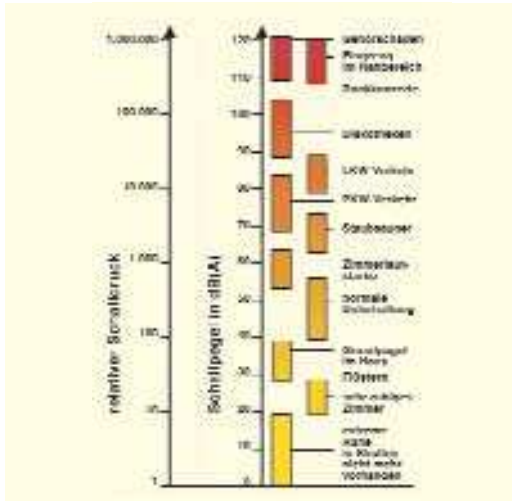
Am oberen Rand der Skala liegt die Schmerzgrenze, sprich: ein Geräusch mit 130 dB(A) tut uns körperlich weh. Am unteren

Rand befindet sich dagegen die Hörschwelle, also die Grenze unseres Hörvermögens. Den Anstieg der Werte dazwischen empfinden wir allerdings nicht gleichmäßig: Ein um 10 dB(A) lauterer Geräusch nehmen wir als doppelt so laut wahr. Zum Beispiel ist ein mit ca. 80 dB(A) vorbeifahrendes Auto doppelt so laut wie ein Rasenmäher, der mit 70 dB(A) brummt.



AUTOS NERVEN AM MEISTEN

Im Sommer 1999 fragte die Landesanstalt für Umweltschutz rund 3000 Menschen in Baden-Württemberg nach ihrer Betroffenheit durch Lärm. Wichtigste Ergebnisse: Fast 60 Prozent fühlen sich durch Lärm gestört. Lästigste Schallquelle ist dabei der Straßenverkehr, an zweiter Stelle steht der Fluglärm und erst danach folgen



Mehr Lärm als Ruhe: Typische Schallpegel bekannter Geräusche in dB(A) (Quelle: Stadt Stuttgart)

störende Geräusche von Nachbarn und Gewerbebetrieben.

Für jede Lärmart hat der Gesetzgeber eine Grenze festgelegt. Die ist jedoch von Zeit und Ort abhängig. So liegen die Grenz- oder Richtwerte ab 22 Uhr um bis zu 15 dB(A) niedriger als tagsüber ab 6 Uhr. In einem reinen Wohngebiet dürfen die meisten Lärmquellen wie Baumaschinen oder Sportplätze nur bis zu 50 dB(A) erzeugen – zeitlich gemittelt über den ganzen Tag. In einem Industriegebiet dagegen sind es bis zu 70 dB(A). Ob diese Obergrenzen auch eingehalten werden, lässt sich allerdings oftmals nur mit guterlicher Unterstützung entscheiden.

Am sinnvollsten ist es, Lärm bereits an der Quelle zu vermindern. So machen beispielsweise Schalldämpfer Automotoren leiser. Mit Lärmschutzwänden lässt sich der Verkehrslärm senken. Wenn solche aktiven Lärmschutzmaßnahmen nicht ausreichen, ist der so genannte passive Lärmschutz gefragt. Dazu gehört Schallschutz an Gebäuden, zum Beispiel Schallschutzfenster.

WIE BITTE?

Lärm ist nicht gleich Lärm. Er erscheint uns lauter, wenn die Quelle, zum Beispiel die Baumaschine, in unserem Blickfeld liegt. Lärm, der vermeidbar ist, stört besonders.

Wenn Sie sich durch Lärm gestört fühlen, reden Sie zuerst möglichst sachlich mit dem Verursacher.

Wir sind alle Lärmproduzenten, und es gibt fast immer „Zwangshörer“. Hier hilft nur gegenseitige Rücksichtnahme und ein respektvoller Umgang miteinander!

Es gibt zahlreiche Grenz- und Richtwerte zu den verschiedenen Lärmarten. Mehr dazu finden Sie unter www.lfu.baden-wuerttemberg.de oder in unserer ausführlichen Broschüre „Lärm bekämpfen – Ruhe schützen“. Bezug: siehe S. 23.

Wie Krach krank macht

Lärm ist eine Art akustischer Abfall, den wir nicht hören wollen. Doch selbst wenn uns die schrille Fete in der Nachbarschaft auf die Palme bringt, gefährlich wird es erst, wenn der Lärm dauerhaft und langfristig nervt oder plötzlich mit hoher Wucht zuschlägt.

Ob unser Ohr Schaden nimmt, hängt vom Schalldruckpegel (der Lautstärke) und der Expositionszeit (Dauer der Lärmeinwirkung) ab. Ein weiterer Faktor ist die Erholungszeit zwischen den Lärmphasen.

Nach heutigen wissenschaftlichen Erkenntnissen lei-

det unser Gehör ab einem Pegel von 85 dB(A). Dieser Wert ist eine Untergrenze und bezieht sich auf eine Einwirkzeit von acht

Stunden täglich über mehrere Jahre hinweg. Aber Achtung: Die Gehörgefährdung verläuft nicht linear zu den Pegelwerten und auch nicht zum Lautstärkeempfinden. Jede Pegelerhöhung um 3 dB(A) verdoppelt die Gefährdung. Der subjektive Lärmeindruck verdoppelt sich dagegen erst bei einer Pegelerhöhung um 10 dB(A).

DER GEHÖRSCHWUND KOMMT AUF LEISEN SOHLEN

Eine Dauerschädigung des Innenohrs beginnt meist mit dem Ohrsausen (Tinnitus) und/oder einer vorübergehenden Gehörverschlechterung. Oft verläuft der Weg in die Taubheit aber schleichend. Zuerst fallen die



hohen Töne wie zum Beispiel das Vogelgezwitscher aus. Dann wirkt sich die Taubheit bei den Sprachfrequenzen aus. Zunächst verschwinden die stimmlosen, dann die stimmhaften Konsonanten, schließlich die Vokale. Bei dauerhaft kräftiger Geräuscheinwirkung kann die Lärmschwerhörigkeit schnell zunehmen. Im fortgeschrittenen Stadium verstehen wir nichts mehr und können nicht mehr mitreden. Das macht einsam.

Außer dem Gehör leidet das vegetative Nervensystem: Lärm schlägt uns auf den Magen und macht nervös. Auch der Schlaf und das Herzkreislauf-System leiden unter Lärm. Menschen, die




an sehr lauten Straßen wohnen, haben ein erhöhtes Herzinfarkttrisiko.


Das Problem für unseren Körper besteht darin, dass er auf Lärm mit Stress reagiert. Er bereitet sich auf eine physische Auseinandersetzung vor, die dann gar nicht stattfindet. Das ist so ähnlich, als würden wir einen Motor ständig hochtourig im Leerlauf betreiben.


KEINE GEWÖHNUNG AN LÄRM

Wer behauptet, er sei an Lärm „gewöhnt“, hat meistens schon einen Hörschaden. Die Lärmschwerhörigkeit selbst ist unheilbar; sie kann durch Hilfsmittel wie zum Beispiel Hörgeräte nur gemildert werden.

WIE BITTE?

 Gönnen Sie Ihren Ohren öfter Pausen: Damit sich die Ohren nach der lauten Arbeit oder Disco und Co. erholen, sollte der Lärmpegel während mindestens 10 Stunden nicht über 70 dB(A) steigen.

 Achten Sie auf die ersten Anzeichen von Hörschwäche: Wenn sich Nachbarn über laute Musik oder Fernsehen beschweren oder die Gesprächspartner alle so leise reden, ist es höchste Zeit, zum Arzt zu gehen. Gehörschwund lässt sich mit dem Reinton-Audiometer oder mit Sprachtests messen.

 Informationen zu Hörgeräten gibt es beim Hörgeräte-Akustiker. Adressen in Ihrer Nähe finden Sie unter www.forumbesserhoeren.de. Im August 2002 hat Stiftung Warentest einfache Hörverstärker getestet. Mehr dazu und Tipps rund um Hörgeräte unter www.stiftungwarentest.de.

Keine Ruhe vorm Verkehr

Egal ob in der Stadt oder auf dem Land – überall verfolgt uns der Verkehrslärm. Baden-Württemberg hat nicht nur hausgemachte Verkehrsströme zu bewältigen, sondern ist auch ein Brennpunkt des europäischen Transitverkehrs. Kein Wunder, dass sich knapp 60 Prozent der hiesigen Bevölkerung durch Straßenverkehr belästigt fühlen, etwa 12 Prozent davon stark oder äußerst stark.

Trotz dieser hohen Betroffenheit tun sich alle Beteiligten schwer mit Konzepten für eine nachhaltige Lärmreduzierung. Vielleicht wissen wir, dass wir nicht nur Lärmopfer, sondern als Autofahrer und Reiseweltmeister auch „Täter“ sind. So würden harte Maßnahmen zur Lärmvermeidung unsere Mobilität einschränken.

Wer aber starkem Verkehrslärm ausgesetzt ist, will nur eines: mehr Ruhe.

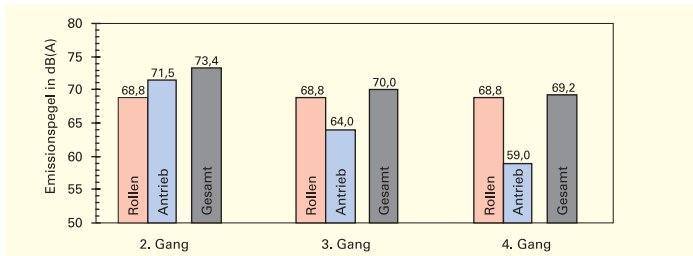
MOTORRÄDER NERVEN AM MEISTEN

Kraftfahrzeuge sind je nach Fahrzeugart, Betriebsweise und

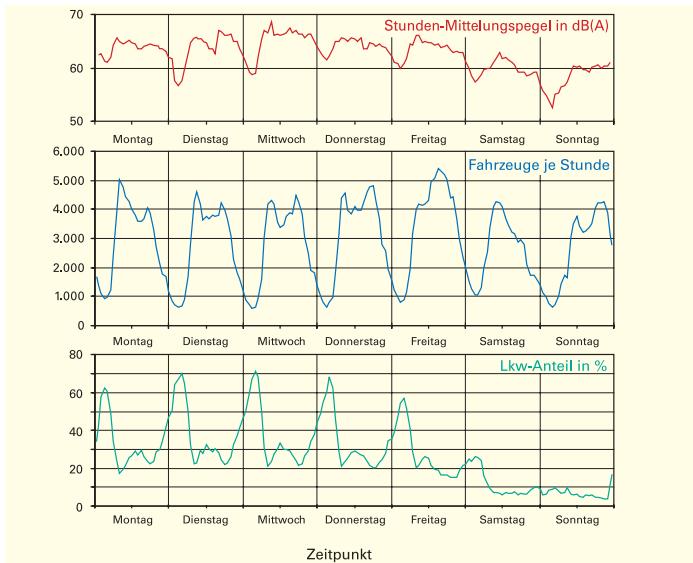
Fahrbahneigenschaften unterschiedlich laut. Der Ruhigste unter den (motorbetriebenen) Fahrzeugen ist der Pkw. Viel Lärm machen die Brummis: Im Durchschnitt ist ein Lkw bei Tempo 50 so laut wie zwanzig Pkw. Ähnlich verhält es sich zwischen lärmarmen und her-

kömmlichen Lastkraftwagen. Starke Ruhestörer sind die Motorräder: Ihr Dröhnen und Röhren sind für uns lästiger als die Geräusche schwerer Lkws.





Roll- und Antriebsgeräusch eines Pkw bei der Geschwindigkeit 50 km/h (Quelle: LfU)



Fieberkurven der automobilen Gesellschaft: Typischer Tages- und Wochengang der Lärm- und Verkehrsbelastung in 100 m Abstand von einer Autobahn (Quelle: LfU)

Die Geräusche eines jeden Kraftfahrzeugs bestehen aus dem Antriebs- und dem Rollgeräusch. Nur bei sehr hohen Geschwindigkeiten kommt noch das aerodynamische Geräusch (Umströmungsgeräusch) hinzu. Die Höhe des Antriebsgeräuschs hängt nur von der Motordrehzahl und der Motorbelastung ab, nicht von der Fahrgeschwindigkeit. Ideal ist ein gleichmäßig fließender Verkehr. Daneben spielt natürlich die technische Auslegung des Fahrzeugs eine Rolle.

REIFEN SIND LAUTER ALS MOTOREN

Das Motorengeräusch ist allerdings nur beim Anfahren, Beschleunigen und bei niedriger Fahrgeschwindigkeit pegelbestimmend. Spätestens ab 50 Stundenkilometern tritt der Reifenlärm in den Vordergrund. Welches Geräusch bestimmend ist, hängt aber auch von der Gangwahl ab.

Grundsätzlich gilt: Je höher der Gang, desto leiser arbeitet der Motor und umso mehr fällt der Reifenlärm ins Gewicht. Auch bei den Lkws sind die Rollgeräusche auf der Überholspur. Hinzu kommt, dass auf Fernstraßen meist Last- bzw. Sattelzüge mit der doppelten Anzahl von Reifen unterwegs sind.

Das Reifen-Fahrbahn-Geräusch entsteht durch den abrollenden Reifen an der Kontaktfläche zwischen Reifen und Fahrbahn.

STRASSENLÄRM

Verursacht wird es durch verschiedene mechanische Schwingungen des Reifens und aerodynamische Prozesse. So kommt es beispielsweise beim Abrollen zu einem „Ansaugen“ von Luft, die sich dann, stark komprimiert, am Reifenauslauf ruckartig entspannt („Air pumping“).

Als Lärmquellen sind also Fahrbahnbelag und Reifen zu beachten. Die Art der Straßenoberfläche spielt dabei eine große Rolle. So ist das hübsche Kopfsteinpflaster mehr als 10 dB(A) lauter als ein glatter Asphalt. Optimal ist es, wenn der Fahrbahnverlag möglichst wenig Rollgeräusch verursacht und



gleichzeitig den Schall möglichst wirkungsvoll absorbieren kann.

Die derzeitigen Reifentypen unterscheiden sich hinsichtlich Rollgeräusch und Rollwiderstand zum Teil erheblich. Doch leider kann der Verbraucher nicht erkennen, welche Reifen vorbildlich leise sind. Denn die Reifenhersteller ignorieren bislang das vom Umweltbundesamt geschaffene Zeichen „Blauer Engel“

für „Lärmarme und kraftstoffsparende Kraftfahrzeugreifen“. Allerdings informieren alljährliche Reifentestberichte der Auto- und Testzeitschriften über die Lärmemission der jeweiligen

Reifentypen. Auch das Umweltbundesamt veröffentlicht immer wieder solche Messwerte.

GESETZE GREIFEN NICHT

Die europäische Richtlinie 2001/43/EG regelt die Stärke des Rollgeräusches. Sie ist jedoch keineswegs ein Meilenstein der Lärmbekämpfung. Denn moderne Reifen bleiben schon jetzt unter den vorgesehenen Grenzwerten der Richtlinie.

Auch national versucht man, den Verkehrslärm einzudämmen. So benötigen alle im Verkehr befindlichen Fahrzeugtypen eine allgemeine Betriebserlaubnis (ABE) vom Kraftfahrzeugbundesamt. Diese gibt es nur, wenn die Lärmemission die EG-weit geltenden Geräuschgrenzwerte einhält (sogenannte „EWG-Betriebserlaubnis“). Dabei messen die Experten den höchsten Geräuschpegel bei einem seitlichen Abstand von 7,5 Metern. Dieses einheitlich vorgeschriebene Messverfahren sichert zwar vergleichbare Ergebnisse, spiegelt aber nicht unbedingt die Praxis wieder.

Bereits seit Anfang der 70er Jahre bemüht sich der Gesetzgeber, insbesondere die Lkw leiser zu machen. So wurden die zulässigen Grenzwerte für Lkw der Leistungsklasse über 150 kW schrittweise von 92 auf heute 80 dB(A) heruntergefahren. Bei den Pkw fiel der zulässige Grenzwert von 84 dB(A) im Jahre 1970 auf nunmehr 74 dB(A). Doch ruhiger ist es bei uns deswegen nicht geworden. Schließlich werden umweltpolitische und technische Erfolge sofort wieder von der ständig steigenden Verkehrsflut überrollt. Noch hat die Ruhe keine Vorfahrt.

WIE BITTE?



Die Zauberformel für lärmbewusste Autofahrer lautet: weniger und gleichmäßiger fahren.



Weniger: Im Stadtverkehr ist das Fahrrad bis fünf Kilometer das schnellste und selbstverständlich auch das ruhigste Verkehrsmittel.



Gleichmäßiger: Fahren Sie mit niedrigen Motordrehzahlen (hohen Gängen) und verzichten Sie auf unnötiges Beschleunigen. Das gilt vor allem für Motorradfahrer! Mit niedrigen Drehzahlen betrieben, müssten Motorräder nicht lauter sein als ein durchschnittlicher Pkw.



Kavalierstarts sind definitiv out. Versetzen Sie sich doch einfach einmal in die Rolle der Anwohner.



Informieren Sie sich beim Reifenkauf in den gängigen Test- oder Autotestzeitschriften. Lärmarme Reifen sind nicht teurer als laute und außerdem sparen sie noch Kraftstoff.



Noch eine Bitte an die Verkehrsplaner: Verkehrsberuhigungsmaßnahmen sollten den Verkehr beruhigen und den Fahrer nicht zu immer neuen Brems- und Beschleunigungsmanövern zwingen.

Weniger Ärger mit den Airports

Nach dem Straßenverkehr landet Fluglärm in Umfragen meist auf Platz zwei der störenden Lärmquellen. Etwa 40 Prozent der Baden-Württemberger fühlen sich vom Fluglärm – zumindest gelegentlich – gestört. Wie stark die Belästigung ist, hängt von der Lautstärke der Maschinen, dem Abstand zum Flugplatz, der Flughöhe und -route ab. Am stärksten betroffen sind natürlich die Anwohner der Flugplätze.

Baden-Württemberg besitzt mit dem internationalen Flughafen Stuttgart sowie den Regionalflughäfen Friedrichshafen und Karlsruhe / Baden-Baden drei Flughäfen mit überregionaler Bedeutung.

Darüber hinaus gibt es 164 zivil genutzte Flugplätze.

Gleichzeitig nutzen auch andere Länder den Luftraum Baden-Württembergs. So führen beispielsweise Flugrouten des

schweizerischen Flughafens Zürich-Kloten über den Süden des Landes. Bis zu 90 Prozent aller Landeanflüge auf Zürich führen über deutsches Gebiet.



URLAUB FÜRS OHR

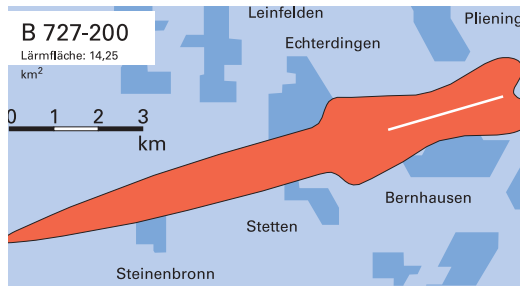
Um Fluglärm zu begrenzen, gibt es für neu zugelassene Flugzeuge Lärmgrenzwerte. In Deutschland gilt die Lärmvor-

schrift für Luftfahrzeuge. Je nach Alter, Gewicht und anderen Faktoren sind die Flugzeuge in Kategorien eingeteilt, nach

denen sie entweder zu einem bestimmten Zeitpunkt beschränkt oder nur zeitweise starten dürfen. Dank verbesserter Triebwerkstechnik sind moderne Flugzeuge bereits viel leiser als ältere Modelle.

AUF GUTE NACHBARSCHAFT

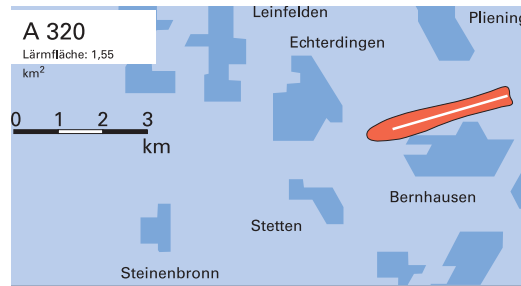
Aber auch die Flughäfen müssen mithelfen. Für den Verkehrsflughafen Stuttgart und militärische Flughäfen mit Düsenflugzeugen werden je nach ihren Dauerschallpegeln so genannte Lärmschutzbereiche festgesetzt. Diese Gebiete dürfen nur beschränkt oder gar nicht bebaut



Lärminderung nimmt neue Formen an:
85 dB(A)-Lärmkonturen beim Start einer Boeing B 727-200 ...

werden oder die Bewohner dort müssen mit baulichen Mitteln, zum Beispiel Schallschutzfenstern, vor Lärm geschützt werden.

Darüber hinaus können die Flughäfen leise Flieger mit niedrigen Start- und Landegeldern belohnen. Damit gelang es zum Beispiel dem Flughafen Stuttgart, trotz steigender Passagierzahlen den Lärm zu senken. Außerdem sorgen kluge Airportbetreiber mit einer offenen Informationspolitik für gute nachbarschaftliche Beziehungen. So veröffentlicht zum Beispiel der Flughafen Stuttgart monatlich die Ergebnisse der Fluglärm-Messanlage.



...und eines Airbus 320 auf dem Flughafen Stuttgart.
(Quelle: Lufthansa)

WIE BITTE?

Flughafen Stuttgart:
Baden-Württembergs größter Airport hat einen eigenen Lärmschutzbeauftragten. Anwohner erreichen ihn unter 0711/948-4711.

Flughafen Friedrichshafen:
Leiter Verkehr und Betriebstechnik, Postfach 15 20, 88005 Friedrichshafen, T. 07541/284-0

Flughafen Karlsruhe / Baden-Baden: Bei Klagen oder Fragen zum Flugbetrieb können sich die Bürger entweder schriftlich oder telefonisch direkt an den zuständigen Flugbetriebsleiter wenden. Kontakt-Adresse: Baden-Airpark GmbH, Flughafen Karlsruhe / Baden-Baden, Leiter Flugbetrieb/-sicherung, Quebec Ave. B410, 77836 Rheinmünster, oder Hotline des Flughafens: 07229/662000

Wer sich durch Militärjets belästigt fühlt, erreicht das

Auch Ohren brauchen Urlaub

Manche Zeitgenossen dröhnen sich gerne mit lauter Musik zu. Doch ohrenbetäubenden Lärm nimmt unser Hörorgan auf Dauer übel. Und wer will schon mit 35 nichts mehr verstehen?

Lautstärke empfinden wir unterschiedlich. Umweltschützer stört ein hochgetunttes Rennauto vermutlich mehr als Ferrarifans.

Pressluftschlämmer nerven uns mehr als laute Rockmusik.

Doch das Ohr pfeift auf solche feinen Unterschiede. Laute Geräusche bedeuten fürs Ohr immer (!) Schwerarbeit. Wenn die eigentlichen Hörorgane im Ohr, die Haarzellen, dauerbeschallt werden, machen sie

schlapp. Schwerhörigkeit beginnt. Bereits knapp ein Drittel aller 20-Jährigen leidet unter einem deutlichen Hörverlust.

Die Ursache liegt im Dauerkonsum von Walkman und Co.

sowie im Diskofieber. In einer Disco werden durchaus Mitteilungsschallpegel von 100 bis zu 105 dB (A) erreicht, beim Rockkonzert sogar noch mehr. Im Vergleich dazu ist ein Rasenmäher ein Leisetreter.



MACH DEIN GEHÖR NICHT ZUR SCHNECKE

Ein weiterer Ohrkiller in der Freizeit sind Knalleffekte. Knallen macht Spaß – aber wem haben nach dem Feuerwerk nicht schon einmal die Ohren geklingelt? Gefährliche Impulslärmquellen sind Pisto-

lenschüsse und Silvesterknaller. Impulsschall ist heimtückischer als Dauerschall, da wir solche kurzen Lärmereignisse entweder gar nicht beachten oder sogar positiv bewerten. Schießlärm kann

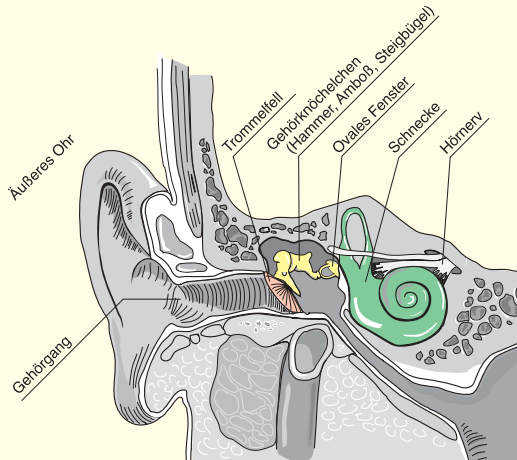
Spitzenpegel von mehr als 170 dB am Ohr des Schützen erreichen.

Schon ein einziger Schuss, Knall oder eine Explosion mit einem Schallpegel von 140 dB schädigt das Innenohr. Dabei muss dieses Knalltrauma nicht sofort auftreten. Meistens hören wir erst ein, zwei Stunden später so, als seien unsere Ohren in Watte verpackt. Dieses taube Gefühl geht zwar zurück, aber es bleibt ein Hörverlust.



WIE WIR HÖREN

Beim Hören treffen Druckwellen auf unser Ohr, breiten sich über Gehörgang, Trommelfell und Gehörknöchelchen zum Innenohr aus und bringen dann die Membran in der nur erbsengroßen Schnecke zum Schwingen. Unser eigentliches Hörorgan besteht aus 20.000 hochempfindlichen Haarzellen, die auf einer Membran angeordnet sind. Die Haarzellen geben elektrische Impulse an die Hörnerven ab, die unser Gehirn auswertet. Bei großer Lautstärke verbiegen sich die Haarzellen stark. Wenn sie derartig kräftig und immer wieder gereizt werden, ermüden die Fasern und werden gelähmt. Der Betroffene hört schlecht.



WIE BITTE?

👂 Disko, Rockkonzerte und Motorsport-Veranstaltungen erreichen unsere Schmerzgrenze. Deshalb nur in Maßen genießen und zum kurzfristigen Abschalten Ohrenstöpsel mitnehmen. Außerdem: Abstand zum Lautsprecher!

👂 Der Schallpegel von Walkman und Discman ist häufig so hoch wie beim Presslufthammer. Deshalb: Geht es nicht ein bisschen leiser?

👂 Beim Häckseln, Motorsägen und ähnlich lauten Hobbys sollten Sie einen Gehörschutz tragen. Das Gleiche gilt für Sportschützen und Jäger.

👂 Achten Sie beim Kauf des Silvesterfeuerwerks stärker auf die optischen Reize als auf die Knalleffekte. Es geht auch mit weniger Böllern.

👂 Kinder sollten laute Objekte vom Ohr fern halten. Kritisch sind: Zündplättchenpistolen, Trillerpfeifen und sogar manche Quietsch-Tiere.

Auf ruhige Nachbarschaft

Hundegebell, Klavierüben oder überlaute Fernseher – es gibt viele Methoden, seine Nachbarn akustisch zu foltern. Doch wer taub ist für die Klagen seiner Nachbarn, den kann das Gesetz zur Ordnung rufen.

Für Feste von Nachbarn und Alltagsbelästigungen im Mietshaus gelten die Regelungen des zivilen Nachbarschaftsrechts. Danach kann der Lärmgeplagte auf der Grundlage des § 1004 des Bürgerlichen Gesetzbuches (BGB) eine Unterlassung der jeweiligen Belästigung verlangen, wenn diese ihn „wesentlich beeinträchtigt“ (§ 906 BGB oder § 823 BGB). Wann das der Fall ist, muss das Gericht entscheiden. Die Zivilkammer des Amtsgerichts regelt Ansprüche auf Unterlassung oder Beseitigung von Lärmeinwirkungen.

DIE ERSTE ADRESSE IST IMMER DER VERURSACHER

Doch zunächst empfiehlt es sich, mit dem Störer ruhig (!) zu reden. Er muss den Lärm stoppen und kann nicht erwarten, dass sein Nachbar sich selbst schützt; zum Beispiel im Hochsommer die Fenster geschlossen hält. In akuten Notfällen wie bei rau-

schenden Festen greift die Polizei ein. Generell ist bei uns nach 22 Uhr Schluss mit lauten Festen und Veranstaltungen.

Auch tagsüber ist Rücksichtnahme geboten: So sollten Fernseher und Stereoanlage auf Zimmerlautstärke lau-

fen. Beim Musizieren ist allerdings Toleranz gefragt. Denn die meisten Gerichte halten tagsüber zwei- bis vierstündiges Üben für vertretbar, egal ob Profis oder Laien am Werk sind.



Mietverträge und Hausordnungen betonen häufig, dass in der Zeit von 13 bis 15 Uhr Mittagsruhe einzuhalten ist. Mieter müssen ihr Recht übrigens nicht selbst einklagen, sondern können sich an ihren Vermieter wenden. Der muss sich im Rahmen seiner allgemeinen Schutzpflicht darum kümmern (§ 536 BGB).



LAUBBLÄSER UND ANDERE LÄRMMASCHINEN

Für die Ruhe im Freien sorgt eine neue Vorschrift: Nach der Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung (32. BImSchV) dürfen die meisten technischen Helfer von Montag bis Samstag nur in der Zeit von 7 Uhr bis 20 Uhr laufen. Vom Bohrgerät über den Rasenmäher und die Heckenschere bis hin zum Schredder fallen insgesamt 63 Geräte unter diese Verordnung. Noch mehr Ruhezeiten haben höllisch laute Gartenhelfer: Freischneider oder Laubbläser dürfen nur an Werktagen zwischen 9 Uhr und 13 Uhr sowie von 15 Uhr bis 17 Uhr arbeiten.

WIE BITTE?

🗨️ Kündigen Sie eine Feier bei den Nachbarn an und bitten Sie um Verständnis. Am besten die Nachbarn einladen!

🗨️ Lässt der Nachbar überhaupt nicht mit sich reden, können Sie im akuten Notfall die Polizei rufen. Passieren solche Ruhestörungen immer wieder, können Sie auch das Ordnungsamt der Gemeinde oder Stadt (Ortspolizeibehörde) einschalten.

🗨️ Bevorzugen Sie beim Kauf leise Maschinen. Bei vielen Geräten stehen die Geräuschemissionen in der Bedienungsanleitung.

🗨️ Literaturtipp: Umweltbundesamt (Herausgeber), Was Sie schon immer über Lärmschutz wissen wollten. Zu bestellen beim UBA, Zentraler Antwortdienst, Postfach 33 00 22, 14191 Berlin,



Mit der Angabe des garantierten Schalleistungspegels können die Verbraucher die Lautstärke verschiedener Geräte miteinander vergleichen.

Ruhige Wohnung gesucht

Das Nachwuchstalent von nebenan übt täglich Trompete, der Nachbar über uns liebt das nächtliche Bad, und draußen reißt der Presslufthammer die frisch reparierte Straße wieder auf. An manchen Tagen und Nächten würden wir am liebsten im schalldichten Raum wohnen.

Der Lärm gelangt auf zwei Wegen in unsere vier Wände. Verkehrslärm dringt als Luftschall durch Wände, Decken, Fenster und Türen ein. Die Geräusche innerhalb eines Gebäudes verbreiten sich als Körperschall: Die Schwingungen von Nachbars Waschmaschine, Kühlschrank und Stöckelschuh (Trittschall) gelangen ins Mauerwerk, werden dort weitergeleitet und kommen als Luftschall in unsere Wohnung.



Schallschutz sollte bereits bei der Bauplanung beginnen. Bauherren sollten ihre Ruhe auf Grundlage der VDI-Richtlinie 4100 „Schallschutz von Wohnungen“ vertraglich regeln und realisieren.

Grundsätzlich dämmen massive Ziegel- und Betonwände den Lärm besser als leichte. Bei mehrschaligen Wänden sollte sich zwischen den einzelnen Schichten ein Dämm-Material wie zum Beispiel Mineralwolle befinden. Solche weichen, Schall absorbierenden Materialien schlucken die Schallwellen und reduzieren damit den Lärm – im Gegensatz zu harten, reflektierenden Baustoffen. Die Wände sollten auf jeden Fall die Mindestanforderungen der DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ erfüllen.

MACHEN SIE DICHT

Der größte Schwachpunkt im Kampf gegen den Verkehrslärm sind die Fenster. Während eine beidseitig verputzte massive Außenwand (24 Zentimeter dick) einen Schalldämmwert von 52 dB(A) hat, dämmt ein einfach verglastes Fenster den Schall nur um 20 dB(A). Doppelt so gut isoliert ein zweifach verglastes Fenster. Und Schallschutzfenster erreichen sogar ähnliche Werte wie die Wand. Doch nicht nur ihr Glas muss dicht sein, sondern auch der Bereich rund ums Fenster.

Werden die Fenster schlampig eingebaut, ist die Schalldämmung um bis zu 10 dB(A) schlechter als bei fachgerechter Arbeit. Undich-




te Stellen am Fenster sowie im Bereich der Roll-ladenkästen können Profis aber auch nachträglich sanieren. Darüber hinaus garantieren Roll-läden ruhigere Nächte. Wichtig dabei: Der Abstand zwischen Rollläden und Fenster muss mindestens 10 Zentimeter betragen.


TRITTSCHALL, NEIN DANKE


Beim Bauen von Häusern gibt es Mindestanforderungen an den Schallschutz. Unabhängig davon ist in Mehrfamilien- und Reihenhäusern Rücksicht gefragt. Das gilt vor allem für Fußgetrappel, welches die Bewohner in der Wohnung unter dem Verursacher besonders stört.


Der beste Untergrund ist ein schwimmender Estrich. Der dämpft Trittergeräusche auf Fliesen genauso wie auf Parkettboden. Beruhigend auf „Untermieter“ wirken Teppiche. Sie können den Trittschall um rund 20 bis 30 dB(A) senken.


WIE BITTE?

 Fragen Sie beim Haus- und Wohnungskauf nach der Schallschutzstufe. Ausreichend schallgedämmt sind Häuser der Schallschutzstufe II. Doppel- und Reihenhäuser sollten die DIN 4109 einhalten.

 Beim Hausbau dürfen keine Schallbrücken (Lärmüberträger) entstehen. Deshalb Fugen zu Wänden und Decken mit elastischer Masse wie zum Beispiel Silikon abdichten (lassen).

 Waschmaschinen sollten auf Schwingfüßen stehen.

 Klavier und Co. sowie Lautsprecher immer etwas von der Wand abrücken. Eine Unterlage aus Schaumstoff dämpft den Lärm von Lautsprechern zusätzlich.

 Infos zu Schallschutz in Gebäuden finden sich im Internet, zum Beispiel unter www.bau-web.de.

Weniger Lärm am Arbeitsplatz

Ob Presslufthammer oder Lärm am laufenden Band – etwa drei Millionen Beschäftigte arbeiten unter Lärmbelastung. Um die Beschäftigten vor gesundheitlichen Gefährdungen und Unfall-Risiken zu schützen, gibt es entsprechende Rechtsnormen. Das Arbeitsschutzgesetz schreibt die Beurteilung der Arbeitsbedingungen inkl. der möglichen Gefährdungen durch Lärm vor. Konkrete Vorgaben enthält die Arbeitsstättenverordnung. Geistige Arbeit erfordert zum Beispiel eine ruhigere Umgebung als mechanisierte Tätigkeiten.

Die Berufsgenossenschaftliche Vorschrift „Lärm“ definiert so genannte Lärmbereiche. Das sind Bereiche, bei denen der mittlere Schallpegel am Bedienungsstand einer Maschine 85 dB(A) er-

reicht oder überschreitet. Wer acht Stunden täglich an einer so lauten Maschine arbeitet, muss mit Gehörschäden und einer höheren Unfallgefahr rechnen.



KRACH MACHT KRANK

Nicht alle Beschäftigten halten sich während der gesamten Arbeitszeit in Lärmbereichen auf. Deshalb gibt es auch eine personenbezogene Beurteilungsgröße für den Lärm. Grundsätzlich gilt: Je höher der Schallpegel im Lärmbereich, desto kürzer

muss die Aufenthaltsdauer sein. Während das Gehör einen Schallpegel von 88 dB(A) knapp vier Stunden verkraftet, muss bei einem Pegel von 100 dB(A) nach 15 Minuten Schluss sein.

Im Lärmbereich gelten daher besondere Vorschriften.

ÜBERALL LÄRM VERMEIDEN

Die Auswirkungen von Betriebslärm lassen sich mit einer Reihe von Maßnahmen in erträglichen Grenzen halten. Bei der technischen Lärminderung geht es darum, möglichst leise Maschinen zu produzieren. So muss etwa der Hersteller nachweisen, dass seine Maschine den Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen entspricht (CE-Kennzeichen).

Die Gefahren durch Lärmemissionen sind auf ein möglichst niedriges Niveau abzusenken. Außerdem müssen in der Betriebsanleitung die Geräuschemissionswerte der Maschine stehen. Die betriebliche Lärminderung nimmt die Unternehmer in die Pflicht. Sie müssen in Arbeitsräumen den Schallpegel so niedrig halten, wie es nach der Art des Betriebes möglich ist, und die Lärmbereiche ermitteln.


Ist der ortsbezogene Lärmpegel höher als





90 dB(A), sind die Betriebe verpflichtet, die Lärmbereiche zu kennzeichnen und den Zugang zu beschränken. Darüber hinaus müssen sie dann ein Lärmminierungsprogramm aufstellen. Lärm mindern lässt sich beispielsweise mit baulichen Maßnahmen wie Schallschutzdecken, Türen mit Abdichtungsstreifen, Schallschirmen an Maschinen usw.

Ob die Vorschriften zur Gestaltung der Arbeitsbedingungen und Vermeidung von berufsbedingten Erkrankungen auch eingehalten werden, kontrollieren die staatliche Gewerbeaufsicht bzw. die gesetzlichen Unfallversicherungsträger (Berufsgenossenschaften).

WIE BITTE?

 Informieren Sie sich über den Schallpegel an Ihrem Arbeitsplatz. Falls Sie in Lärmbereichen arbeiten, tragen Sie Gehörschützer! Liegt der orts- oder personenbezogene Lärmpegel bei 85 dB(A) und mehr, muss Ihnen der Arbeitgeber Gehörschutzmittel zur Verfügung stellen. Für kurzfristiges Tragen eignen sich Kapselhörschützer, für langfristiges Gehörschutzstöpsel.

 Machen Sie regelmäßig Hörtests. Wer wie oft zum Arzt muss, steht in der Berufsgenossenschaftlichen Vorschrift „Arbeitsmedizinische Vorsorge“. Alarmsignale sind, wenn es im Ohr pfeift, Sie andere schwer verstehen o.ä.

 Literaturtipp: „Lärmschutz im Betrieb“, kostenlos zu bestellen bei: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Öffentlichkeitsarbeit, Adresse siehe S. 23.

SERVICE

Sie haben ein akutes Lärmproblem, fühlen sich gestört und belästigt? Grundsätzlich gilt: Sprechen Sie zunächst sachlich mit dem Verursacher! Viele Fälle lassen sich mit gegenseitiger Rücksichtnahme lösen. Falls dies nicht zum Erfolg führt, sollten Sie im nächsten Schritt die zuständige Behörde einschalten. In den meisten Fällen ist es das Umweltamt oder Umweltschutzamt des Landkreises (Landratsamt) und dort wiederum die für den Immissionsschutz zuständige Stelle. In den Städten Baden-Baden, Freiburg, Heidelberg, Heilbronn, Karlsruhe, Mannheim, Pforzheim, Stuttgart und Ulm gibt es innerhalb der Stadtverwaltungen entsprechende Bereiche (städtische Umweltämter). Als letztes Mittel können Sie den privaten Rechtsweg einschlagen.

LÄRMART

AMTLICHE ANSPRECHPARTNER

Baustellenlärm

Umweltamt des Stadt- oder Landkreises.

Fluglärm

Flughafen Stuttgart: Fluglärmschutzbeauftragter (Angestellter des Landes Baden-Württemberg, Tel. 0711 / 948-4711)
Sonstige Flughäfen und Landeplätze: Regierungspräsidien (Karlsruhe, Stuttgart, Freiburg, Tübingen).

Freizeit- und Sportlärm

Bei Lärm von Freizeitanlagen, z.B. Skate-Anlagen und Sportplätzen: Umweltamt des Stadt- oder Landkreises.

Gaststätten / Diskotheken

Ordnungsamt der Gemeinde, Stadt oder des Landratsamtes. In einem akuten Fall kann auch die Benachrichtigung der Polizei in Frage kommen.

Industrie-/ Gewerbelärm

Umweltamt des Stadt- oder Landkreises.

Nachbarn und sonstige Ruhestörer

Den Störer um Ruhe bitten, ansonsten die Polizei benachrichtigen. Im wiederholten Fall: Das Ordnungsamt der Gemeinde oder Stadt (Ortspolizeibehörde) einschalten.

Schienenlärm

Betreiber des Schienenweges (z.B. Deutsche Bahn AG, Nahverkehrsunternehmen) ansprechen (die Deutsche Bahn AG besitzt ein eigenes Beschwerdemanagement und eigene Zuständigkeiten); Meldung beim Umweltamt des Stadt- oder Landkreises.

Straßenlärm

Örtlich zuständige Straßenverkehrsbehörde oder Straßenbaubehörde; Meldung beim Umweltamt des Stadt- oder Landkreises.



Der multimediale Informationsstand „Lärmunkt“ bringt mit realen Geräuschbeispielen und kurzen Filmen das Thema Lärm auf den Punkt.

Die kompakte Klein-Ausstellung verfügt über vier PC-gestützte interaktive Bedienplätze mit Monitor, Maus und Kopfhörern.

Nähere Informationen dazu siehe rechts.

INFOS IM INTERNET

Landesanstalt für Umweltschutz
www.lfu.baden-wuerttemberg.de

Fachinformationen des Umweltbundesamtes zum Thema Lärm
www.umweltbundesamt.de/laerm-probleme/einleitung

Deutscher Arbeitsring für Lärmbekämpfung
www.dalaerm.de


Akustik / Gehör / Psychoakustik
www.dasp.uni-wuppertal.de/ars_auditus

Ratgeber zu Hörminderungen
www.hoerfibel.de


Bewusstes Hören
www.schule-des-hoerens.de

Aktionen für Schulen
www.schullaerm.baden-wuerttemberg.de


LITERATURTIPPS


 LfU Baden-Württemberg: Lärm bekämpfen – Ruhe schützen, Karlsruhe 2003. Umfangreiche Fachbrochure.


Zu bestellen bei: Verlagsauslieferung der LfU bei der JVA Mannheim (Druckerei), Herzogenriedstr. 111, 68169 Mannheim, Fax: 0621 / 398-370, E-Mail: Bibliothek@lfuka.lfu.bwl.de

 LfU Baden-Württemberg: „Lärm und seine dauerhafte Minderung durch kommunale Planung“, Karlsruhe 2000. Ein Planungsleitfaden für Städte und Gemeinden in Baden-Württemberg.

Zu bestellen bei: Verlagsauslieferung der LfU bei der JVA Mannheim (Druckerei), Herzogenriedstr. 111, 68169 Mannheim, Fax und E-Mail: siehe oben

 Gerald Fleischer: „Gut hören – Heute und Morgen“, Median Verlag 2000

 „Lärmschutz im Betrieb“, Broschüre zu bestellen bei: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Postfach 103439, 70029 Stuttgart. Fax: 0711 / 126-2868, E-Mail: oeffentlichkeitsarbeit@uvm.bwl.de

 Infos zum „Lärmunkt“: LfU, Referat 33, Tel.: 0721/ 983-2254
E-Mail: lfu33@lfuka.lfu.bwl.de

IMPRESSUM

Herausgeber:
Landesanstalt für Umweltschutz
Baden-Württemberg,
76157 Karlsruhe, Postfach 21 07 52
www.lfu.baden-wuerttemberg.de

Redaktion:
LfU, Referat 33 „Luftqualität, Lärm, Verkehr“

Konzeption und Text:
Ökonsult GbR, 70178 Stuttgart

Satz und Layout:
Büro Spiess Werbeberatung,
71063 Sindelfingen

Druck:
Greiserdruck, 76437 Rastatt

GEDRUCKT AUF RECYCLINGPAPIER
aus 100 % Altpapier

2. Auflage, Juli 2004

Bezug über
Verlagsauslieferung der LfU bei
JVA Mannheim (Druckerei),
Herzogenriedstr. 111, 68169 Mannheim,
Telefax 0621/398-370
E-Mail: bibliothek@lfuka.lfu.bwl.de

Nachdruck – auch auszugsweise –
nur mit Zustimmung des Herausgebers
unter Quellenangabe und Überlassung
von Belegexemplaren gestattet.

Bildnachweis:
Büro Spiess S. 10, 16;
Flughafen GmbH S. 12;
Hocoplast Bauelemente GmbH S. 19;
LfU S. 3, 9, 14, 15, 21, 23;
Ökonsult S. 4, 6, 7;
Stadt Stuttgart S. 8, 18, 20;
WOLF-Garten-Geräte GmbH & Co. KG S. 17.

Windenergie

Suchbegriffe

Windenergie, Windkraftanlage, Windpark, Erneuerbare Energie, Regenerative Energie, Offshore, Vogelschutz, Landschaftsschutz, Stromeinspeisungsgesetz, Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG

Allgemeine Info

Die **Windenergie** gehört zu den **erneuerbaren oder regenerativen Energien**, die nicht auf die Ressourcen der Erde zurückgreifen und somit als unerschöpflich gelten. Sie ist eine spezielle Art der Sonnenenergie, denn die Sonne führt zur Erwärmung von Luftmassen, die wiederum zur Entstehung von Luftströmungen bzw. Wind führt. Mit Hilfe von **Windkraftanlagen** wird die Energie des Windes als mechanische Energie eingefangen, indem die heute in der Regel aus drei Flügeln bestehenden Rotoren bewegt werden. Diese mechanische Energie wird im Generator der Windkraftanlage in elektrischen Strom umgewandelt.

Die Nutzung der Windenergie ist keine Erfindung unserer Zeit. Noch im **19. Jahrhundert** war die Landschaft in Deutschland geprägt von vielen tausend **Windmühlen**, die die mechanische Energie direkt, z.B. zum Mahlen von Getreide, nutzten. Erster großtechnischer Versuch zur Nutzung der Windenergie zur Stromerzeugung war in den **80er Jahren** die **Großwindanlage GROWIAN** an der Nordseeküste, die eine Leistung von 3 Megawatt hatte. Aufgrund technischer Probleme wurde sie aber schon nach kurzer Zeit wieder abgebaut. Damals galt die großtechnische Windstromgewinnung als gescheitert. In den Folgejahren entstanden jedoch Pionierbetriebe, die zunächst deutlich kleinere Anlagen mit Leistungen von einigen Kilowatt bauten. Diese waren voll funktionsfähig und wurden nach und nach größer dimensioniert.

Anfang der 90er Jahre trat das **Stromeinspeisungsgesetz** in Kraft, das Stromversorger verpflichtete, Strom aus privaten Windkraftanlagen in ihr Netz aufzunehmen und zu festen Mindestpreisen zu vergüten. Der Betrieb von Windkraftanlagen wurde damit wirtschaftlich und nahm in den 90er Jahren bis heute einen enormen Aufschwung. Das Gesetz wurde inzwischen durch das noch ambitioniertere **Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)** abgelöst. Mitte des Jahres 2002 standen in **Deutschland** rund **12.000 Windkraftanlagen**, die zusammen eine Leistung von 10.000 Megawatt hatten. Diese Anlagen erzeugen knapp **4 Prozent unseres Stromverbrauchs** und ersparen unserer Atmosphäre rund 10 Mio t CO₂ jährlich. Eine moderne Windkraftanlage hat eine Leistung von 1,5 Megawatt und einen Rotordurchmesser von ca. 65 Metern. Die größte Windkraftanlage der Welt wurde in der Nähe von Magdeburg aufgestellt. Sie hat einen Rotordurchmesser von 112 Metern, eine Gesamthöhe von über 170 Metern, eine Leistung von 4,5 Megawatt und ist der Prototyp für Anlagen, die noch in diesem Jahrzehnt in Offshore-Windparks auf dem offenen Meer eingesetzt werden sollen.

Jüngste Planungen gehen davon aus, dass der Boom der Windenergienutzung sich in den nächsten Jahren dem Ende neigen wird, da immer weniger nutzbare Flächen zur Verfügung stehen. Daher soll ab Mitte dieses Jahrzehnts auch das offene Meer für die Windstromgewinnung genutzt werden. Dazu sollen vor allem küstenfern, in z.T. mehr als 50 km Abstand von der Küste und in Wassertiefen von bis zu 40 Metern sogenannte **Offshore-Windparks** errichtet werden, die aus bis zu mehreren Hundert Windrädern der oben beschriebenen Prototypgröße bestehen sollen. Experten gehen davon aus, dass damit in den nächsten 30 Jahren der deutsche **Wind-**

stromanteil auf etwa ein **Viertel** des gesamten Stromverbrauchs ausgebaut werden kann.

Besonders Wissenswertes

Mitte der 90er Jahre wurden **Windkraftanlagen im Baugesetzbuch** als privilegierte Anlagen aufgenommen. Damit hatte jeder Planer von Windkraftanlagen oder Windparks ein Recht auf Genehmigung, sofern keine bedeutenden öffentlichen Interessen entgegen standen. Jedoch hatten die Kommunen die Möglichkeit, Vorrangflächen auszuweisen, auf deren Grundlage sie auch den Bau an anderer Stelle versagen können.

Versäumnisse und Fehler bei der Ausweisung von Vorranggebieten und ungenügend abgestimmte Raumordnungen führten in den folgenden Jahren besonders in den Küstengebieten Schleswig-Holsteins und Niedersachsens teilweise zu Fehlentwicklungen des Windenergieausbaus, die auch beim NABU und anderen Umweltverbänden auf Kritik stießen. Das Problem: Windkraftanlagen erzeugen zwar sauber und CO₂-frei Strom, stellen jedoch einen Eingriff in die Natur da, der insbesondere den **Vogelschutz** betrifft. Dabei ist die Gefahr, dass Vögel in Windparks geraten und von den Rotoren erschlagen werden, nach heutiger Erkenntnis eher nachrangig. Vielmehr ist das größere Problem die **Scheuchwirkung**, die von Windkraftanlagen auf Vögel ausgeht, d.h. Vögel meiden diese Gebiete, so dass Habitate zerstört oder in ihrer Funktion eingeschränkt werden können. Windkraftanlagen dürfen daher in Gebieten, die als bedeutende Rast- oder Brutgebiete von Vögeln zählen, nicht errichtet werden.

Auch **auf den Menschen** können Windkraftanlagen **Störungen** ausüben. Nachweisbare **gesundheitliche Schäden** durch Geräusche, sogenannter Infraschall, Schattenwurf oder Reflexionen der Rotoren können **durch ausreichende Abstände von Wohnsiedlungen ausgeschlossen** werden. Mit zunehmender Belegung verfügbarer Flächen durch Windkraftanlagen mehren sich jedoch auch bei Abstandseinhaltung Ablehnung und Protest von Anwohnern. Denn insbesondere große Windkraftanlagen oder Windparks stellen zweifellos Veränderungen des Landschaftsbildes dar. Solche hat es aber schon immer gegeben, z.B. mit den vielen Tausend Windmühlen im 19. Jahrhundert oder den vielen zigtausend Hochspannungsmasten, die seit dem letzten Jahrhundert unsere Landschaft prägen. Dennoch sollten übermäßige Eingriffe insbesondere in schützenswerte Landschaftsteile durch sorgfältige Standortplanungen vermieden werden.

NABU

Aus Gründen der Risiken der Atomenergie und der Notwendigkeit zum Klimaschutz hält der **NABU** die weitgehende Umstellung der Energieversorgung auf **erneuerbare Energien** in den kommenden Jahrzehnten für zwingend erforderlich. Daher **befürwortet** er auch die **Windenergienutzung, jedoch nicht überall und um jeden Preis**. So müssen neben offiziellen **Schutzgebieten** wie Nationalparks und Naturschutzgebieten insbesondere auch solche Flächen von der Windenergienutzung **frei gehalten** werden, die als bedeutende **Vogelrast-, -brut oder -zuggebiete** gelten!

Der **NABU fordert** insbesondere eine **bessere raumordnerische Planung** des Windkraftausbaus. So sollten geeignete Flächen in den Landesraumordnungsplänen ausgewiesen sein und den Bau an anderer Stelle ausschließen. Es sollten auch trotz besonderer Windhöflichkeit **keine Gebiete übermäßig mit Windparks belastet werden**, damit die Akzeptanz bei den Bürgerinnen und Bürgern für diese Form der Stromerzeugung langfristig erhalten bleibt. **Fehlentwicklungen** der Vergangenheit müssen aus Sicht des NABU mittelfristig **durch eine Neuordnung der Windparklandschaft korrigiert** werden. In den kommenden Jahren werden die ersten Windkraftanlagen ihr Lebensende erreicht haben. In der Folge kann die Windparklandschaft ausgedünnt werden, indem viele kleine Anlagen ganz abgebaut oder durch wenige große Anlagen ersetzt werden.

In der Nutzung von **Nordsee** sieht auch der NABU große Potenziale für die Windenergie, in der Ostsee bestehen aus ökologischen Gründen hingegen wenig Möglichkeiten. Es muss jedoch zunächst sorgfältig untersucht werden, welche Flächen auch aus Naturschutzsicht dafür überhaupt in Frage kommen. Sind konfliktarme Flächen gefunden, in denen u.a. geringes Zug- und Wasservogelvorkommen zu verzeichnen ist, sollten Windparks darauf konzentriert werden. Zunächst müssen aber die Auswirkungen von Windparks auf die Meeresumwelt (neben Vögeln auch z.B. Meeressäuger wie Schweinswale und Robben, aber auch Fische und andere Tiere des Freiwassers sowie Meeresbodenbewohner) anhand von Pilotprojekten erforscht werden, bevor eine umfangreiche Nutzung eingeleitet werden darf. Auszuweisende marine Schutzgebiete müssen von Windparks freigehalten werden.

Was kann der Einzelne tun?

Seit der Liberalisierung der Strommärkte kann jeder Verbraucher entscheiden, von welchem Stromanbieter er sich beliefern lassen möchte. Beziehen Sie **Strom aus regenerativen Energien** und unterstützen Sie damit die Windkraftnutzung!

Aktions- und Spendenmöglichkeiten für den NABU

Mit einer Spende für den NABU können Sie die umweltpolitische Arbeit des NABU unterstützen und helfen, eine für Mensch und Natur verträgliche Windenergienutzung zu gewährleisten!

Seit der Liberalisierung des Strommarktes 1998 kam es zu einer Vervielfachung der Zahl der Stromanbieter. Auch der NABU engagiert sich in punkto Strom aus regenerativen Energien mit seinem Kooperationspartner der **Naturstrom AG**. Regenerative Energien sind Photovoltaik, Windkraft, Wasserkraft, Biomasse und Erdwärme. Beim NABU-Naturstrom spielt die Herkunft des Stroms die entscheidende Rolle. Es handelt sich um „sauberen“ Strom, bei dem die Naturverträglichkeit gewährleistet wird. Daher werden Betreiber von Wind- und Wasserkraftanlagen, bei denen der NABU Bedenken hat, nicht unter Vertrag genommen. So wird darauf geachtet, dass der Strom z.B. nicht von einer Windkraftanlage im Vogelschutzgebiet stammt. Der **monatliche Grundpreis für den NABU-Naturstrom beträgt 7,80 Euro**, die Mitglieder des NABU zahlen für **jede verbrauchte Kilowattstunde 17,55 Cent**.

Weitere Quellen

NABU (1999): Auf dem Weg ins Solarzeitalter. Die Broschüre ist für 2,05 Euro zuzüglich Porto bei der NABU-Bundesgeschäftsstelle erhältlich.

IHDE, S. & E. VAUK-HENTZELT (Hrsg.) (1999): Vogelschutz und Windenergie. Bundesverband Windenergie.

PROJEKTGRUPPE WINDENERGIERZEUGUNG (2000): Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz zu naturverträglichen Windkraftanlagen. Bundesamt für Naturschutz.

MERCK, TH. & H. VON NORDHEIM (2000): Technische Eingriffe in marine Lebensräume. Bundesamt für Naturschutz.

Ansprechpartner

Dr. Frank Musiol, NABU Bundesgeschäftsstelle, 53223 Bonn, Tel. 0228-4036-0, Fax 0228-4036-200

NABU Landesverbände

NABU Baden-Württemberg: Tübinger Str. 15, 70178 Stuttgart. **NABU-Partner Bayern – Landesbund für Vogelschutz (LBV):** Eisvogelweg 1, 91161 Hilpoltstein. **NABU Berlin:** Wollankstr. 4, 13187 Berlin. **NABU Brandenburg:** Lindenstr. 34, 14467 Potsdam. **NABU Bremen:** Contrescarpe 8, 28203 Bremen. **NABU Hamburg:** Osterstr. 58, 22307 Hamburg. **NABU Hessen:** Friedenstr. 26, 35578 Wetzlar. **NABU Mecklenburg-Vorpommern:** Zum Bahnhof 24, 19053 Schwerin. **NABU Niedersachsen:** Calenberger Str. 24, 30169 Hannover. **NABU Nordrhein-Westfalen:** Merowingerstr. 88, 40225 Düsseldorf. **NABU Rheinland-Pfalz:** Frauenlobstr. 15-19, 55118 Mainz. **NABU Saarland:** Antoniusstr. 18, 66882 Lebach. **NABU Sachsen:** Löbauer Str. 68, 04347 Leipzig. **NABU Sachsen-Anhalt:** Schleinufer 18a, 39104 Magdeburg. **NABU Schleswig Holstein:** Carlstr. 169, 24537 Neumünster. **NABU Thüringen:** Leutra 15, 07751 Jena.

Impressum

© NABU Bundesverband

NABU - Naturschutzbund Deutschland e.V.
Herbert-Rabius Straße 26
53225 Bonn

Telefon: 02 28. 40 36-0 • **Telefax:** 02 28. 40 36-200

E-Mail: NABU@NABU.de • **Internet:** www.NABU.de

Stand: 2004

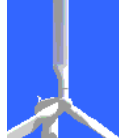


Leistungsregelung bei Windkraftanlagen

Windkraftanlagen werden dahingehend ausgelegt, daß sie elektrische Energie so billig wie möglich produzieren können. Deshalb werden sie so gebaut, daß bei Windgeschwindigkeiten um 15 m/s (30 Knoten oder 33 mph) der maximale Ertrag erzielt wird. Es rentiert sich nicht, Anlagen mit einem Maximum bei höheren Geschwindigkeiten zu bauen, da diese starken Winde recht selten sind.

Bei sehr starkem Wind ist man gezwungen, einen Teil der überschüssigen Energie im Wind zu verschwenden, um Schäden an der Anlage zu vermeiden. Deshalb sind alle Windkraftanlagen mit irgendeiner Art von Leistungsregelung ausgestattet. Moderne Anlagen verwenden zwei verschiedene Methoden der Leistungsregelung.

Anlagen mit Blattwinkelregelung (Pitch-Regelung)



Bei einer Anlage mit Blattwinkelregelung mißt der elektronische Regler ständig die Leistungsabgabe der Anlage. Wenn diese zu hoch ist, wird dem Blattverstellmechanismus ein Kommando geschickt, damit er die Rotorblätter sofort leicht aus dem Wind dreht. Umgekehrt werden die Blätter in den Wind gedreht, wenn der Wind wieder nachläßt.

Die Rotorblätter müssen also um ihre Längsachse gedreht werden können, wie im Bild gezeigt. Beachten Sie, daß diese Darstellung übertrieben ist.

Im normalen Betrieb werden die Blätter nur um einen Bruchteil eines Grades auf einmal verdreht - während der Rotor selbst weiterrotiert.

Die Konstruktion von Anlagen mit Blattwinkelregelung erfordert einiges an ingenieursmäßigem Geschick, damit sich die Rotorblätter genau um den gewünschten Winkel verstellen. Bei derartigen Anlagen verstellt der Regler die Blätter auch dann um ein paar Grad, wenn sich die Windgeschwindigkeit ändert. So wird sichergestellt, daß die Rotorblätter immer im richtigen Winkel stehen, um bei allen Windgeschwindigkeiten das Maximum an Energie herauszuholen.

Stallgeregelte Anlagen (Regelung durch Strömungsabriß)

Bei stallgeregelten Windkraftanlagen sind die Blätter mit einem fix eingestellten Winkel an die Nabe angeschraubt.

Die Geometrie der Rotorblattprofile ist hier unter aerodynamischen Gesichtspunkten ausgelegt, sodaß sich bei zu starkem Wind an der windabgewandten Seite der Blätter Turbulenzen bilden. Dieser Strömungsabriß (Stall) läßt die den Rotor treibende Auftriebskraft zusammenbrechen.

Wenn Sie den Abschnitt über [Aerodynamik und Strömungsabriß](#) gelesen haben, werden Sie sich erinnern, daß der Anströmwinkel auf das Rotorblatt steigt, wenn sich die Windgeschwindigkeit erhöht. Das geht solange, bis der Strömungsabriß eintritt.

Wenn wir uns das Rotorblatt einer stallgeregelten Windkraftanlage genauer ansehen, bemerken wir, daß es entlang seiner Längsachse leicht verwunden ist. Der Grund hierfür liegt teilweise darin, daß der Strömungsabriß allmählich und nicht abrupt einsetzen soll, wenn die Windgeschwindigkeit ihren kritischen Wert erreicht. (Andere Gründe für diese Verwindung wurden im vorigen Abschnitt über Aerodynamik besprochen).

Der grundlegende Vorteil der Stallregelung liegt darin, daß man bewegliche Teil am Rotor und ein kompliziertes Regelsystem vermeiden kann. Andererseits ist die Stallregelung selbst ein komplexes aerodynamisches Problem, daß darüberhinaus auch noch viele Fragen im Bereich der Dynamik der gesamten Windkraftanlage aufwirft, z.B. wie man stallerregte Vibrationen vermeiden kann. Ungefähr zwei Drittel der Anlagen, die derzeit auf der ganzen Welt installiert werden, sind stallgeregelt.

Anlagen mit aktiver Stallregelung

Immer mehr große Windkraftanlagen (1 MW und darüber) werden heute mit einer aktiven Stallregelung ausgeführt.

Technisch gesehen erinnert die aktive Stallregelung wegen der drehbaren Rotorblätter an die Regelung mit Blattwinkelverstellung (Pitch-Regelung). Um bei geringen Windgeschwindigkeiten ein einigermaßen hohes Drehmoment zu erzeugen, wird eine solche Anlage die Blätter wie eine pitchgeregelte Maschine verdrehen. (Oft rasten dabei die Rotoblätter in nur wenige fixe Stellungen ein, abhängig von der Windgeschwindigkeit). Sobald die Anlage ihre Nennleistung erreicht hat, wird ein wichtiger Unterschied zur Pitchregelung bemerkbar: Um den Generator vor Überlast zu schützen, werden die Blätter in die entgegengesetzte Richtung gedreht wie bei einer pitchgeregelten Anlage. Das bedeutet, daß der Mechanismus den Anstellwinkel erhöht, um einen stärkeren Strömungsabriß zu erzeugen und damit die überschüssige Energie im Wind abzuweisen.

Ein Vorteil der aktiven Stallregelung ist, daß man damit die Leistungsabgabe genauer regeln kann als mit einer passiven Stallregelung. Damit kann verhindert werden, daß der Generator beim Eintreffen einer Windböe überlastet wird. Ein weiterer Vorteil besteht in der Tatsache, daß die Anlage bei allen hohen Windgeschwindigkeiten fast genau auf Nennleistung betrieben werden kann. Eine gewöhnliche Anlage mit passiver Stallregelung wird bei höheren Windgeschwindigkeiten einen Leistungsabfall verzeichnen, weil in diesem Fall auch der Strömungsabriß stärker wirkt.

Der Mechanismus zur Blattwinkelverstellung wird normalerweise mit einer Hydraulik oder mit elektrischen Schrittmotoren betrieben.

Genauso wie bei einer Pitch-Regelung ist es meist eine Frage der Wirtschaftlichkeit, ob es sinnvoll ist, für die zusätzliche Komplexität eines Pitch-Mechanismus höhere Kosten in Kauf zu nehmen.

Weitere Methoden der Leistungsregelung

Einige ältere Windkraftanlagen verwenden zur Leistungsregelung des Rotors Bremsklappen, genauso wie Flugzeuge Klappen zur Veränderung der Flügelgeometrie einsetzen, um beim Start mehr Auftrieb zu erhalten.

Eine andere, theoretische Möglichkeit ist, den Rotor leicht aus dem Wind zu drehen, um die Leistung zu verringern. Diese Technik wird nur bei sehr kleinen Anlagen (1 kW oder darunter) verwendet, weil dadurch der Rotor einer periodischen



Technische Entwicklung

Entwicklung der Windenergie-
nutzung in Deutschland

Externe Betriebsbedingungen

Elektrische Energielieferung

Leistungsverfügbarkeit der
Windstromerzeugung

Anlagenzuverlässigkeit

Wirtschaftlichkeit

Messdaten

Windenergie Report Deutschland

Links

	bis 1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Anzahl ausgewerteter, jeweils neu installierter WEA																		
	134	72	244	256	383	553	803	988	806	813	1.011	1.634	1.360	1.892	2.130	1.606	1.131	974
Blattzahl																		
2-Blatt	40%	21%	11%	16%	9%	8%	7%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3-Blatt	58%	75%	88%	82%	90%	91%	93%	98%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
4-Blatt	2%	0%	1%	3%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Rotorposition																		
lee	7%	18%	8%	5%	4%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
luv	93%	82%	92%	95%	96%	98%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Leistungsregelung																		
stall	51%	40%	51%	56%	62%	65%	57%	55%	53%	44%	35%	32%	26%	24%	12%	11%	4%	6%
pitch	49%	60%	49%	44%	38%	35%	43%	45%	47%	56%	65%	68%	74%	76%	88%	89%	96%	94%
Generatorbauart																		
asynchron	63%	50%	74%	71%	70%	82%	75%	69%	67%	56%	53%	48%	36%	29%	14%	13%	8%	8%
doppelt ges	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	9%	20%	33%	40%	47%	50%	49%	47%
synchron	37%	50%	26%	29%	30%	18%	25%	31%	32%	41%	38%	32%	32%	31%	40%	37%	44%	44%
Drehzahlverhalten																		
konstante	55%	36%	64%	64%	66%	77%	70%	67%	67%	56%	53%	48%	35%	29%	14%	13%	8%	8%
variabel	45%	64%	36%	36%	34%	23%	30%	33%	33%	44%	47%	52%	65%	71%	86%	87%	92%	92%

Datenquelle: ISET / IWET

Der kontinuierliche Ausbau der Windenergienutzung in den letzten 15 bis 20 Jahren ermöglichte den Herstellern erhebliche Weiterentwicklungen der Anlagentechnik. Der Tabelle unten ist zu entnehmen, inwieweit sich typische konstruktive Merkmale am Markt durchsetzen bzw. behaupten konnten. Die angegebenen Prozentzahlen stellen die Anteile der WEA mit dem jeweiligen Merkmal an der Gesamtanzahl der im entsprechenden Jahr neu installierten Anlagen dar. Am deutlichsten ist die Entwicklung hin zum längst einheitlichen Einsatz von Dreiblattrotoren als Luv-Läufer. Andere Rotorbauformen sind vom Markt verschwunden. In den letzten Jahren geht auch die Entwicklung des elektro-mechanischen Triebstrang- und Regelungskonzepts relativ eindeutig in Richtung Drehzahlvariabilität und Rotorblattverstellung. In der Tabelle unten sind diejenigen Anlagen als ‚drehzahlvariabel‘ erfasst, deren Drehzahlband wenigstens 70 bis 100% ihrer maximalen Rotordrehzahl abdeckt. Der aktiv durch Blattverstellung geregelte Stall-Effekt (auch als ‚active stall‘ oder ‚combi stall‘ bezeichnet) ist unter ‚Pitch‘-Regelung eingestuft, um eine Abgrenzung zur passiven ungeregelten Leistungsbegrenzung durch Nutzung des ‚Stall-Effekts‘ zu erhalten.

Leistungsregelung:	Drehzahlverhalten:	Anteil 1995:	Anteil 2005:
stall	konstant	53%	6%
pitch	konstant	11%	2%
pitch	variabel	32%	92%

Die Drehzahlvariabilität wird von den Herstellern zunehmend mit doppelt gespeisten Asynchron-Generatoren verwirklicht, einer Bauform, die schon vor rund 25 Jahren im "Growian" eingesetzt wurde, lange Zeit aber als zu kostenintensiv galt. Von den im letzten Jahr zugebauten Anlagen waren 47 % mit doppelt gespeister Asynchronmaschine ausgerüstet, das sind 52 % der drehzahlvariablen Anlagen.

Data source: ISET, IWET - last update: Feb 2007

Ressorts

Schlagzeilen

Tagesinhalt
Fragen des Tages
Politik
Dritte Seite
Meinung
Karikaturen

Berlin
Berlin extra
Brandenburg
werbinich
Schule
Gesundheit
Der Abnehmer
Nachrufe

Wirtschaft
Finanzplanung
Berliner Wirtschaft
Verbraucher
Dossier Energie
Testen
Geld
Investments

Sport
Berlin Sport

Kultur
Kino
Literatur
Wissen & Forschen
Medien
Computer
Tagesstipps
Weltspiegel

Blaue Seiten / Service

Sonntag
Lust auf Kochen
Immobilien
Mobil
Karriere
Reise Magazin
Sonderthemen

Interviews

Ticket

Anzeigen

Übersicht
Automarkt
Immobilienmarkt
immowelt-Magazin
Stellenmarkt
Geschäftsadressen
Kleinanzeigen
Bekanntschafungs-
anzeigen
Traueranzeigen
Familienanzeigen

Suche

Tagesspiegel-Archiv
Genios-Archiv
Handelsregister
Rechercheauftrag

Artikel drucken | Artikel versenden

Anzeige

Ligatus



Fidelity Fondskonto

0€ Depotgebühren + kostenloses Infopaket: Das Fidelity-Fondskonto - Bestnote von "Capital"!

[Mehr Informationen»](#)

- [Bis zu 12.800 Euro Steuervorteil sichern: Rürup - die Zusatzrente mit staatlicher Förderung.](#)
- [Optimal absichern, entspannt zurücklehnen - mit dem VollMed Tarif der DKV schon ab € 191,28 mtl.!](#)
- [Zum Komplettpreis Telefonieren und Surfen mit der Deutschland-Flatrate](#)
- [Mitmachen und kostenlos 6 Monate MINI fahren. Unglaublich MINI. Der neue MINI.](#)

Anzeige

Service

Abonnement-Service
Einzelverkauf-Service
Impressum
Kontakt
Leserbriefe
Mediadaten

Wirtschaft

08.02.2007

Der Kohle-Streit ist beigelegt

Bergbau wird 2018 eingestellt / Nordrhein-Westfalen muss nach 2014 keine Absatzhilfen mehr zahlen

Berlin – Der Streit über das Ende der deutschen Steinkohle-Förderung ist offenbar endgültig beigelegt. Vertreter von Bundesregierung, Steinkohle-Ländern sowie des Energiekonzerns RAG und der Bergbau-Gewerkschaft IG BCE verständigten sich am Mittwochabend in Berlin nach harten Verhandlungen darauf, den Steinkohlebergbau 2018 endgültig einzustellen. Damit ist der Weg für den im Herbst geplanten RAG-Börsengang frei. Die Bundesregierung und die Bergbau-Länder Nordrhein–Westfalen und das Saarland einigten sich darauf, dass NRW sich bereits ab Ende 2014 nicht mehr an den Subventionen für die Kohle-Förderung beteiligen muss. Der Bund trägt diese Kosten bis 2018 allein. NRW mit seinen sieben Zechen spart damit nach Angaben des Bundes insgesamt rund 468 Millionen Euro ein. Im Gegenzug verzichtet NRW auf weitere Strukturhilfen für das Ruhrgebiet.

Der nordrhein-westfälische Ministerpräsident Jürgen Rüttgers (CDU) sprach von einem fairen Kompromiss. Das Saarland, das keine Subventionen zahlt, erhält im Gegensatz zu NRW eine einmalige Strukturhilfe von 100 Millionen Euro, die vom RAG-Konzern gezahlt wird.

Für die so genannten Ewigkeitslasten sollen Nordrhein-Westfalen, das Saarland und der Bund nun gemeinsam bürgen. Zu diesen Kosten zählen neben dem Schutz des Grundwassers – der nur dann gewährleistet ist, wenn die stillgelegten Schächte dauerhaft abgepumpt werden –, mögliche Bergschäden sowie Pensionszahlungen an die Kohlekumpel. Für den unwahrscheinlichen Fall, dass das Stiftungsvermögen der RAG nicht ausreicht, werde sich der Bund über einen Erblastenvertrag zu einem Drittel an den Ewigkeitslasten beteiligen, kündigte Finanzminister Peer Steinbrück (SPD) an.

Bund und Länder hätten einen Grundsatzbeschluss vereinbart, der betriebsbedingte Kündigungen ausschließe, erklärte Wirtschaftsminister Michael Glos (CSU) nach den rund vierstündigen Verhandlungen. Außerdem bleibe es bei dem Überprüfungstermin 2012.

Auf der Grundlage der vereinbarten Eckpunkte solle nun ein Gesetzentwurf erarbeitet werden, erklärte Glos. Dieser solle auch die vom Koalitionsausschuss vereinbarte Regelung enthalten, dass der Ausstiegsbeschluss im Jahr 2012 nochmals überprüft wird. Die Gesetze zum Ausstieg aus der Kohleförderung sollen noch vor der Sommerpause verabschiedet werden, womit die RAG noch in diesem Jahr an die Börse gehen könnte. Dies setzt allerdings voraus, dass auch der RAG-Aktionär Arcelor wie die übrigen Anteilseigner Eon, RWE und Thyssen-Krupp seine Aktien zum symbolischen Preis von einem Euro hergibt.

Rüttgers betonte, die Vereinbarung bedeute eine klare Zukunftsperspektive für die Menschen in den Kohlerevierern. „Mit dem Ausstieg aus der subventionierten Steinkohle wird ein neues Kapitel deutscher Industriegeschichte aufgeschlagen“, sagte der CDU-Politiker.

Die RAG begrüßte die Einigung. „Jetzt ist sicher, dass kein Bergmann arbeitslos wird“, sagte ein Sprecher des Essener Konzerns dem Tagesspiegel. „Der Weg für den Börsengang ist frei.“

Auch die Gewerkschaften zeigten sich zufrieden mit dem Kompromiss. „Unsere zentralen Forderungen sind erfüllt“, sagte der Vorsitzende der IG-BCE, Hubertus Schmoldt. Das Drängen der Gewerkschaften habe dazu geführt, dass der Ausstiegsbeschluss 2012 noch umgedreht werden kann.

Rüttgers hatte vor einer Woche für Unruhe gesorgt, weil er einen Ausstieg bereits für das Jahr 2014 gefordert hatte. Zur Begründung hatte er angeführt, sein Land werde bei der Finanzierung der Folgekosten unverhältnismäßig stark belastet.

Derzeit fördern noch rund 34 000 Kumpel etwa 25 Millionen Tonnen Steinkohle im Jahr. Die staatlichen Subventionen belaufen sich derzeit auf rund 2,5 Milliarden Euro jährlich. mit HB

Dienstleistungen

Berlin-Guide
CityTourCard
Energiespar-Tipps
Gehaltsanalyse
Gewinnspiele
GuteFrage
Helfer buchen
Hotel buchen
Krankenkassen- Vergleich
Lotto-Service
Mieten statt kaufen
Preisvergleich
Tagesspiegel Phone
Telefon-, Strom-, Finanzrechner

Anzeige



Nicolas Remin

Gondeln aus Glas

KINDLER 2007. 368 S.
Euro 19,90

>> Buch bestellen

Bilder der Woche



"Die Schnauze voll"

Fotostrecken

100 Jahre
KaDeWe



Audi A5 und S5



Prêt-à-Porter
Modenschauen



Zitate der Woche



Maerzmusik



100 Jahre Hotel
Adlon



Die neue
Mercedes
C-Klasse



Promi-Klatsch



[Alle Fotostrecken](#)

RSS-Newsfeed

Tagesspiegel Online als
RSS-Feed



Ressorts[Schlagzeilen](#)

[Tagesinhalt](#)
[Fragen des Tages](#)
[Politik](#)
[Dritte Seite](#)
[Meinung](#)
[Karikaturen](#)

[Berlin](#)
[Berlin extra](#)
[Brandenburg](#)
[werbinich](#)
[Schule](#)
[Gesundheit](#)
[Der Abnehmer](#)
[Nachrufe](#)

[Wirtschaft](#)
[Finanzplanung](#)
[Berliner Wirtschaft](#)
[Verbraucher](#)
[Dossier Energie](#)
[Testen](#)
[Geld](#)
[Investments](#)

[Sport](#)
[Berlin Sport](#)

[Kultur](#)
[Kino](#)
[Literatur](#)
[Wissen & Forschen](#)
[Medien](#)
[Computer](#)
[Tagestipps](#)
[Weltspiegel](#)

[Blaue Seiten / Service](#)

[Sonntag](#)
[Lust auf Kochen](#)
[Immobilien](#)
[Mobil](#)
[Karriere](#)
[Reise Magazin](#)
[Sonderthemen](#)

[Interviews](#)[Ticket](#)**Anzeigenmarkt**

[Anzeigen lesen](#)
[Anzeigen aufgeben](#)

Suche

[Tagesspiegel-Archiv](#)
[Genios-Archiv](#)
[Handelsregister](#)
[Rechercheauftrag](#)

Service

[Abonnement-Service](#)
[Einzelverkauf-Service](#)
[Impressum](#)
[Kontakt](#)
[Leserbriefe](#)
[Mediadaten](#)

Aktuell**Der Tagesspiegel - gedruckte Ausgabe**

(30.10.2006)

ENERGIE Wie uns Strömungen neue Kraft geben Deutschland hat viel Energie**Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien sind nicht nur zukunftsträchtig. Viele Techniken sind auch Exportschlager**

Von Daniela Martens

Sonne und Wind sind die Zukunft. Ebenso Wasserkraft, Erdwärme, Biomasse, Biogas und Biotreibstoffe: „Saubere“, erneuerbare Energie wird immer wichtiger für Energiemärkte und Wirtschaft. 2005 wurden in Deutschland 62,4 Milliarden Kilowattstunden Strom aus regenerativen Ressourcen erzeugt. Das sind mehr als zehn Prozent des Gesamtverbrauchs. Im Jahr 2000 lag dieser Wert bei nur sechs Prozent.

Bis 2020 sollen nach dem Willen des Gesetzgebers mindestens 20 Prozent der Stromversorgung in Deutschland aus erneuerbaren Quellen gespeist werden. Experten rechnen sogar mit 25 bis 35 Prozent. Damit würden erneuerbare Energien mit der Kernenergie mindestens gleichziehen: Sie deckt 26 Prozent des Energieverbrauchs. Einige sprechen sogar davon, der Anteil regenerativer Energien an der Stromproduktion ließe sich schon bis 2012 verdoppeln. Auch wirtschaftlich sehe die Lage sehr gut aus, sagt Johannes Lackmann, Präsident des Bundesverbandes Erneuerbare Energie. Kein Energiesektor wachse zurzeit derart schnell, stimmt Björn Pieprzyk von der „Informationskampagne Erneuerbare Energie“ zu.

Deutsche Unternehmen setzen mit regenerativen Energien im vergangenen Jahr insgesamt mehr als 16 Milliarden Euro um – davon neun Milliarden Euro mit dem Verkauf von Anlagen zur Nutzung der erneuerbaren Energien. Vier der neun Milliarden stammen aus dem Export. „Deutschland ist bei den erneuerbaren Energien mit deutlichem Abstand Weltmarktführer“, sagt Lackmann. Bis 2020 sollen sich die vier Milliarden vervielfachen: Ein Exportvolumen von mindestens 50 Milliarden Euro erhofft sich der Bundesverband Erneuerbare Energie. Dann hätte die Branche den Abstand zur Automobilindustrie aufgeholt.

Und welche der regenerativen Ressourcen liegt vorne? Eindeutig der Wind. Sowohl beim Export – mit einem Umsatz von 2,9 Milliarden Euro – als auch bei der Stromproduktion (26,5 Milliarden Kilowattstunden). Auf Platz zwei der Stromproduktion liegt die Wasserkraft (21,5 Milliarden Kilowattstunden) gefolgt von Biomasse (13,4 Milliarden Kilowattstunden). Diese macht nur einen Teil dessen aus, was man als Bio-Energie bezeichnet. Dazu gehören auch noch Biogas, Biokraftstoff und Holz. Die Solarstromproduktion verdoppelte sich im vergangenen Jahr auf rund eine Milliarde Kilowattstunden.

Beim Export von Anlagen sind alle Sparten außer dem Wind gleichwertig vertreten: Für jede wird ein Exportumsatz von einer halben Milliarde Euro geschätzt. Schlüssellicht bei allen Vergleichen ist die Erdwärme oder Geothermie. Spezielle Turbinen, mit denen Strom aus Geothermie erzeugt wird, seien jedoch ein deutscher Exportschlager, sagt Lackmann (siehe nebenstehenden Kasten).

Bei der Windenergie lassen sich besonders große Anlagen gut ins Ausland verkaufen, sagt Lackmann, „im Sechs-Megawatt-Bereich, richtige Kraftwerke“. Beim Export von Biodiesel-Anlagen machten deutsche Unternehmen im vergangenen Jahr 80 bis 90 Prozent des Weltumsatzes, schätzt Pieprzyk. Tendenz steigend.

Auch die deutschen solarthermischen Kraftwerke zur Nutzung von Sonnenwärme sind überall begehrt. In der Solarbranche boomt aber auch das Geschäft mit Photovoltaik. Mittels dieser Technik werden die Sonnenstrahlen in Strom verwandelt. Die Unternehmen, die Solaranlagen herstellen, verzeichneten 2005 einen Umsatzzuwachs von bis zu 30 Prozent. Durch den Boom wurde in der zweiten Jahreshälfte der Rohstoff Silizium für die Herstellung der Solarzellen knapp. Deshalb wurden jetzt Solarmodule ohne Silizium entwickelt. Die Firma Würth Solar in Schwäbisch Hall hat am vergangenen Freitag die weltweit erste Großserienproduktion der neuen Module aufgenommen. 200 000 will das Unternehmen jährlich produzieren. Denn der Markt für Solaranlagen wächst – im Ausland noch schneller als im Inland. Noch wird in dieser Sparte hierzulande genauso viel importiert wie exportiert. Doch bei der Wasserkraft sieht es bereits anders aus: Fast die gesamte deutsche Produktion von Anlagen wird exportiert. Zum Beispiel nach China.

Die Entwicklung hin zur „sauberen Energie“ zeitigt schon heute positive Folgen in Deutschland: 2005 wurden neun Millionen Tonnen weniger Kohlendioxid als im Vorjahr in die Atmosphäre geschickt. Das Klima dankt.

Mehr zum Thema:

- [Der Herr der Lüfte](#)
- [Gas geben ohne Benzin und Diesel](#)
- [Unter Solarstrom](#)

Archiv

Das Ressort Sonderthemen vom

Themen**Kino**

The Good German,
 Fast Food Nation,
 Junebug

**Berlins Stammtisch-Kneipen**

Wo sich
 Gleichgesinnte
 treffen

Mobil

Vorstellung Audi A5
 und Mercedes
 C-Klasse

**Ost-Berlin vor der Wende**

Vom Stillstand vor
 dem Aufstand

Reise

Südafrikas Provinz
 Kwazulu Natal,
 Osttirol, Fürth

**Gesundheit**

Über das Warten auf eine
 lebenswichtige Organspende

Weitere Themen**Dienstleistungen**

[Berlin-Guide](#)
[CityTourCard](#)
[Energiespar-Tipps](#)
[Gehaltsanalyse](#)
[Gewinnspiele](#)
[GuteFrage](#)
[Helfer buchen](#)
[Hotel buchen](#)
[Krankenkassen- Vergleich](#)
[Lotto-Service](#)
[Mieten statt kaufen](#)
[Preisvergleich](#)
[Tagesspiegel Phone](#)
[Telefon-, Strom-, Finanzrechner](#)

metBerlin.de - Stadtfino

Kinoprogramm, Konzerte,
 Restaurants, Museen und mehr



 [in Webnews aufnehmen](#)  [Artikel drucken](#)  [Artikel versenden](#)

Zu diesem Artikel können keine weiteren Kommentare abgegeben werden.

2310

**Grundsätze für Planung
und Genehmigung von Windkraftanlagen
– WKA-Erl. –**

Gem. RdErl. d. Ministeriums für Bauen und Verkehr – VI A 1 - 901.3/202 –,
d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz – VII 8 - 30.04.04 –
u. d. Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Energie – IV A 3-00-19 –
v. 21.10.2005

1	Allgemeines	3
2	Landes- und Regionalplanung	5
2.1	Darstellung in den Regionalplänen	5
2.2	Raumbedeutsamkeit der Windkraftanlagen	6
2.3	Eignung der Bereichsdarstellungen im Regionalplan	6
2.3.1	Geeignete Bereiche	6
2.3.2	Bereiche, die hinsichtlich der Geeignetheit im Einzelfall zu prüfen sind	6
2.3.3	Tabubereiche	7
2.4	Umweltprüfung	8
3	Bauleitplanung	8
3.1	Allgemeines.....	8
3.2	Anpassung der Bauleitpläne an die Ziele der Raumordnung	8
3.3	Flächennutzungsplan	9
3.3.1	Konzentrationszonen im Flächennutzungsplan	9
3.3.2	Höhenbegrenzungen.....	10
3.3.3	Sonstige Darstellungen	10
3.3.4	Sicherung der Planung.....	10
3.4	Bebauungsplan	11
3.5	Vorhabenbezogener Bebauungsplan	12
3.6	Umweltprüfung in der Bauleitplanung	12
3.7	Entschädigungsansprüche bei Änderungen des Flächennutzungsplans und von Bebauungsplänen	13
4	Verfahren zur Genehmigung von Windkraftanlagen	14
4.1	Immissionsschutzrechtliches Verfahren für Anlagen über 50 m Gesamthöhe	14
4.1.1	Vereinfachtes Verfahren, Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung	14
4.1.2	Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)	15
4.2	Baurechtliches Verfahren für Windkraftanlagen bis 50 m Gesamthöhe	17
4.3	Verfahren bei Änderung einer Anlage	17
4.4	Repowering (technische Erneuerung).....	17
5	Zulässigkeitsvoraussetzungen	18
5.1	Immissionsschutzrechtliche Zulässigkeit.....	18
5.1.1	Lärm	18
5.1.2	Schattenwurf	21
5.2	Bauplanungsrechtliche Zulässigkeit	22
5.2.1	Allgemeine Voraussetzungen.....	22

5.2.1.1	Untergeordnete Nebenanlage	23
5.2.1.2	Selbständige Anlagen	24
5.2.2	Öffentliche Belange	24
5.2.2.1	Ausweisung an anderer Stelle	24
5.2.2.2	Entgegenstehen öffentlicher Belange	24
5.2.2.3	Gebot der gegenseitigen Rücksichtnahme	26
5.2.3	Rückbauverpflichtung	26
5.3	Bauordnungsrechtliche Anforderungen	27
5.3.1	Abstandsflächen	27
5.3.2	Standsicherheit	27
5.3.3	Eiswurf	28
5.3.3.1	Eisgefährdete Gebiete	28
5.3.3.2	Nicht besonders gefährdete Gebiete	29
5.3.4	Brandschutz	29
5.3.5	Beachtung technischer Vorschriften	30
6	Überwachung	30
7	Gebühren	30
7.1	Entscheidungen nach dem BImSchG	30
7.2	Gebühren für Baugenehmigung, Bauüberwachung und Bauzustandsbesichtigung, Prüfung des Standsicherheitsnachweises	31
8	Abstände, Berücksichtigung von Spezialgesetzen und Beteiligung anderer Behörden	32
8.1	Abstände	32
8.1.1	Vorbeugender Immissionsschutz in der Planung	32
8.1.2	Freileitungen	32
8.1.3	Technische Anlagen	33
8.1.4	Naturschutzrechtlich bedeutsame Gebiete	33
8.1.5	Abstände der Windkraftanlagen untereinander	34
8.2	Berücksichtigung von Spezialgesetzen und Beteiligung anderer Behörden	34
8.2.1	Naturschutz, Landschaftspflege, Wald	34
8.2.1.1	Allgemeines	34
8.2.1.2	Tabuflächen	34
8.2.1.3	Landschaftsschutzgebiete	35
8.2.1.4	Bauverbot an Gewässern	36
8.2.2	Wasserwirtschaft	36
8.2.3	Denkmalschutz	36
8.2.4	Straßenrecht	37
8.2.5	Luftverkehrsrecht	38
8.2.6	Wasserstraßenrecht	39
8.2.7	Militärische Anlagen	39
9	Aufhebung des Gem. RdErl. v. 3.5.2002	39

1 Allgemeines

Aufgrund der gravierenden Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Mensch und Umwelt hat die Landesregierung Nordrhein-Westfalen beschlossen, den Windenergie-Erlass grundlegend zu überarbeiten. Ziel ist es, allen Beteiligten, insbesondere aber den Gemeinden, eine Hilfestellung bei der Planung und Zulassung von Windkraftanlagen zu geben und ihnen die planerischen Spielräume aufzuzeigen. Der Erlass nimmt deshalb zu allen Fragen Stellung, die in diesem Zusammenhang von Bedeutung sind. Vorhaben, die der Erforschung, Entwicklung oder Nutzung der Windenergie dienen (Windkraftanlagen), sind gemäß § 35 Abs. 1 Nr. 5 Baugesetzbuch (BauGB) im Außenbereich privilegiert. Um eine ausgewogene Planung und damit Steuerung zu gewährleisten, können im Flächennutzungsplan oder als Ziele der Raumordnung und Landesplanung Ausweisungen für Windkraftanlagen erfolgen (§ 35 Abs. 3 Satz 3 BauGB), die als öffentlicher Belang einer Windkraftanlage an anderer Stelle entgegenstehen können. Die Gemeinden haben bei der Ausweisung einer Konzentrationszone keine besondere Pflicht zur Förderung der Windenergie; sie sind auch nicht verpflichtet, einen wirtschaftlich optimalen Ertrag sicherzustellen (vgl. OVG NRW, Urt. v. 30.11.2001 -7 A 4857/00- BauR 2002,886 – bestätigt durch BVerwG, Urt. v.17.12.02 -4 C 15.01- BauR 2003,828).

Durch die Ausweisung von besonders geeigneten Flächen für die Windenergienutzung werden die Voraussetzungen für eine planvolle und gezielte Errichtung von Windkraftanlagen geschaffen. Im Hinblick auf die notwendige Schonung des Freiraumes und die optimale Ausnutzung von Flächen ist eine Konzentration von Windkraftanlagen an geeigneten, verträglichen Standorten in Windfarmen einer Vielzahl von Einzelanlagen in der Regel vorzuziehen.

Die Voraussetzungen von § 35 Abs. 3 Satz 3 BauGB liegen nur vor, wenn im Rahmen der Planung auf der Grundlage einer Untersuchung des gesamten Plangebietes ein schlüssiges Plankonzept für die Ausweisung von Konzentrationszonen erarbeitet wurde. Es ist darzustellen, welche Zielsetzungen und Kriterien für die Abgrenzung der Konzentrationszone maßgebend waren.

Nach einer im Jahre 2004 durchgeführten Umfrage der Landesregierung haben ca. $\frac{3}{4}$ aller Städte und Gemeinden in Nordrhein-Westfalen Konzentrationszonen in ihren Flächennutzungsplänen dargestellt. Die Möglichkeit der Zurückstellung von Baugesuchen zur Sicherung der gemeindlichen Planungshoheit wird mit der seit dem 20. 7.2004 (Inkrafttreten der Änderung des Baugesetzbuchs durch das Europarechtsanpassungsgesetz Bau) geltenden Regelung des § 15 Abs. 3 BauGB auf Flächennutzungspläne (für Vorhaben nach § 35 Abs. 1 Nr. 2 bis 6 BauGB) ausgedehnt (s. Nr. 3.3.3). Damit haben die Gemeinden ein geeignetes Instrument, die Planung zur Steuerung von Windkraftanlagen in ihrem Gemeindegebiet zu sichern, ansonsten könnten sie nur im Rahmen von Einzelgenehmigungen ihr Einvernehmen verweigern (s. Nr. 3.3.1 Abs. 3).

Soll im Rahmen der Regional- oder Bauleitplanung von der Möglichkeit des Planungsvorbehalts Gebrauch gemacht werden, so hat der Planungsträger sich an den allgemeinen Anforderungen zu orientieren, die sich aus dem Abwägungsgebot ergeben. Die Entscheidung muss nicht nur Auskunft darüber geben, von welchen Erwägungen die positive Standortzuweisung getragen wird, sondern auch deutlich machen, welche Gründe es rechtfertigen, den übrigen Planungsraum von Windkraftanlagen freizuhalten. Auskunft darüber, welche Gesichtspunkte aus städtebaulicher Sicht einen Ausschluss rechtfertigen, gibt § 1 Abs. 5 BauGB. Die Vorschrift des § 35 Abs. 3 Satz 1 BauGB bietet weitere Anhaltspunkte dafür, welche Belange bei der Ausführung von Vorhaben im Außenbereich relevant sind. Die Belange müssen sich aus den konkreten Gegebenheiten nachvollziehbar herleiten lassen.

Belange, die einen Ausschluss rechtfertigen können, sind z. B. der Fremdenverkehr, der Naturschutz und die Landschaftspflege einschließlich der Erholungsfunktion der Landschaft, das Orts- und Landschaftsbild und der Immissionsschutz. Je nach der konkreten Situation können die verschiedensten sonstigen Schutzgüter, wie etwa der Schutz von Rohstoffvorkommen und militärischen Einrichtungen oder von technischen Systemen, Einschränkungen gebieten.

Aus Gründen z. B. des Naturschutzes und der Landschaftspflege einschließlich der Erholungsfunktion der Landschaft können bestimmte „Tabu-Zonen“ aus der weiteren Prüfung ausgesondert werden. Bei der Festlegung von Tabu-Zonen aus Gründen

des Immissionsschutzes können pauschale Abstände zu jeder schützenswerten Wohnbebauung angesetzt werden. Diese Abstände können zulässigerweise auch auf einen vorbeugenden Immissionsschutz ausgerichtet werden und konkret für weitere Entwicklungen in den Blick genommene potenzielle Siedlungserweiterungsflächen mitberücksichtigen. Abwägungsfehlerhaft ist eine solche am Vorsorgegrundsatz des § 5 Abs. 1 Nr. 2 BImSchG orientierte Planung im Rahmen des Darstellungsprivilegs des § 35 Abs. 3 Satz 3 BauGB erst dann, wenn sie auch unter Berücksichtigung des Gestaltungsspielraums, den der Gesetzgeber dem Planungsträger zubilligt, nicht mehr begründet ist. Wie in Nr. 8.1.1 dargestellt, ergeben sich Abstände von 1500 m zu Wohngebieten. Es wird daher empfohlen, bei der Regionalplanung und der Bauleitplanung im Rahmen der planerischen Abwägung eigenständig gebietsbezogen das Maß des Hinnehmbaren im Sinne des vorbeugenden Immissionsschutzes zu steuern und i.d.R. einen Mindestabstand von 1500 Metern vorzugeben. Aus Gründen der Vorsorge gegen beeinträchtigende Wirkungen von Windenergieanlagen ist in der Bauleitplanung ein Abstand von 1500 Metern zu einer schützenswerten Wohnbebauung durchaus begründbar.

2 Landes- und Regionalplanung

2.1 Darstellung in den Regionalplänen

In den Regionalplänen können regionale Ziele zur Steuerung der Windenergienutzung oder für die landesplanerische Überprüfung von Darstellungen für die Windenergienutzung in Flächennutzungsplänen textlich und zeichnerisch festgelegt werden (vgl. Nr. 2.3). Sofern in den Regionalplänen eine zeichnerische Darstellung erfolgt, stehen dafür „Freiraumbereiche für sonstige Zweckbindungen - Windenergie“ (Planzeichen 2.ec) der Anlage zu § 3 Abs. 1 der Planverordnung zur Verfügung. Die Darstellung der Bereiche erfolgt als Vorranggebiet mit der Wirkung eines Eignungsgebietes (s. § 13 Abs. 5 Satz 1 Nr. 1 i.V.m. Satz 2 LPIG), um die in § 35 Abs. 3 Satz 3 BauGB angelegte Konzentrationswirkung zu erreichen.

Nach § 35 Abs. 3 Satz 3 BauGB können durch eine positive Standortausweisung in einem Plangebiet für Anlagen zur Nutzung von Windenergie die übrigen Flächen frei

gehalten werden. Das Steuerungsinstrument der Positivausweisung mit der damit verbundenen Ausschlusswirkung bezieht sich bei der Regionalplanung nur auf raumbedeutsame Vorhaben.

2.2 Raumbedeutsamkeit der Windkraftanlagen

Raubedeutsam ist eine Planung, durch die die räumliche Entwicklung eines Gebietes beeinflusst wird oder Raum in Anspruch genommen wird (vgl. § 3 Nr. 6 ROG). In der Regel wird eine Einzelanlage mit einer Gesamthöhe von mehr als 50 m als raumbedeutsam anzusehen sein. Ob eine einzelne Windkraftanlage im Sinne von § 3 Nr. 6 ROG im Übrigen raumbedeutsam ist, beurteilt sich nach den tatsächlichen Umständen des Einzelfalls.

2.3 Eignung der Bereichsdarstellungen im Regionalplan

Hinsichtlich ihrer Eignung für die Darstellung von Bereichen für die Windenergie werden folgende Bereiche unterschieden:

- geeignete Bereiche (2.3.1),
- Bereiche, die hinsichtlich der Geeignetheit im Einzelfall zu prüfen sind (2.3.2),
- Tabubereiche (2.3.3).

Neben den Aspekten der Raumverträglichkeit sind die Windhöffigkeit und die Nähe zu Leitungen und Einspeisepunkten in das öffentliche Stromnetz zu berücksichtigen. Hinsichtlich erforderlicher Abstände s. Nr. 8.1.

2.3.1 Geeignete Bereiche

Aus Sicht der Landesplanung sind insbesondere die allgemeinen Freiraum- und Agrarbereiche für die Darstellung von Bereichen für die Windenergienutzung geeignet, sofern sie nicht gleichzeitig entgegenstehende Funktionen, insbesondere zum Schutz von Natur und Landschaft, erfüllen (vgl. Nr. 2.3.3).

2.3.2 Bereiche, die hinsichtlich der Geeignetheit im Einzelfall zu prüfen sind

- Nach Ziel C.IV.2.2.3 des LEP NRW kommt die Darstellung von Windenergiebereichen in „Reservegebieten für den oberirdischen Abbau nicht energetischer Bodenschätze“ in den Erläuterungsberichten zu den Regionalplänen für andere Nutzungen nur in Betracht, soweit die Inanspruchnahme von vorübergehender Art ist und die Nutzung der Lagerstätte langfristig nicht in Frage gestellt wird. (Genehmigungen für Windkraftanlagen dürfen auf diesen Flächen nur befristet (§ 36 Abs. 2 Nr. 1 Verwaltungsverfahrensgesetz – VwVfG NRW) erteilt werden.)
- Wegen der besonders langfristigen Sicherung von Flächen für den Braunkohlentagebau gilt die vorgenannte Verfahrensweise für Darstellungen von Braunkohlentagebauen entsprechend.
- Für die Darstellung von Bereichen für die Windenergienutzung (als Nachfolgenutzung) kommen grundsätzlich auch die Bereiche für Aufschüttungen und Ablagerungen (Standorte für Abfalldeponien und Halden) und für die Sicherung und den Abbau oberflächennaher Bodenschätze in Frage. Bei einer Bereichsdarstellung auf rekultivierten Berge- und Abraumhalden soll allerdings berücksichtigt werden, dass diese vielfach auch faktische Ausgleichsfunktion erfüllen. Wenn landschaftliche Ausgestaltung und Bewuchs örtliche Naherholungsfunktionen begründen, soll dies keiner neuerlichen räumlichen Belastung oder Einschränkung durch die Darstellung von Windenergiebereichen ausgesetzt werden.
- Die Ausweisung von Bereichen für die Windenergienutzung in Bereichen für den Schutz der Landschaft und landschaftsorientierte Erholung (BSLE) sowie in regionalen Grünzügen ist in der Regel nicht möglich, es sei denn die Windenergienutzung ist mit der konkreten Schutzfunktion des jeweiligen Bereiches vereinbar. Derartige Ausweisungen sind beispielsweise in großräumigen BSLE in Teilbereichen mit einer weniger hochwertigen Funktion für Naturschutz und Landschaftspflege und die landschaftsorientierte Erholung möglich (vgl. auch Nr. 8.2.1.3).

2.3.3 Tabubereiche

Wegen der besonderen Schutzbedürftigkeit kommt die Ausweisung von Bereichen für die Windenergienutzung in Bereichen für den Schutz der Natur, in Waldbereichen und in Überschwemmungsbereichen nicht in Betracht.

2.4 Umweltprüfung

Die Anforderungen an die Umweltprüfung ergeben sich aus §§ 14, 15 LPIG i.V.m. der Planverordnung zum LPIG.

3 Bauleitplanung

3.1 Allgemeines

Bei der Ausweisung von Konzentrationszonen für Windkraftanlagen in Bauleitplänen sind die unter Nr. 8 aufgeführten spezialgesetzlichen Regelungen zu beachten.

3.2 Anpassung der Bauleitpläne an die Ziele der Raumordnung

Gemäß § 1 Abs. 4 BauGB sind die Bauleitpläne den Zielen der Raumordnung anzupassen. Dementsprechend sind Ziele der Raumordnung für die Bauleitplanung unmittelbar bindende Vorgaben und nicht Gegenstand der Abwägung nach § 1 Abs. 6 BauGB.

Nr. 2.3 gilt entsprechend. Auch Gewerbe- und Industrieansiedlungsbereiche (großflächige Industriegebiete) kommen für die Ausweisung von Konzentrationszonen in Betracht.

Im Anpassungsverfahren nach § 32 LPIG werden Darstellungen für die Windenergienutzung in Bauleitplänen darauf überprüft, ob sie an die Ziele der Raumordnung und Landesplanung angepasst sind (grundsätzlich die Überprüfung von Ausweisungen in Flächennutzungsplänen, ausnahmsweise auch von Festsetzungen in Bebauungsplänen). Sofern Windenergiebereiche im Regionalplan ausgewiesen sind, kann eine Gemeinde aus auf der Ebene des Regionalplans noch nicht berücksichtigten Gründen im Rahmen eines gemeindlichen Gesamtkonzepts davon abweichen (vgl. OVG NRW, Beschl. v. 22.9.2005 – 7 D 21/04.NE). Vor einer Entscheidung nach § 32 LPIG, die im offensichtlichen Widerspruch zu Festsetzungen nach anderen Rechts-

vorschriften steht (z. B. Baufläche im Bereich einer Landschaftsschutzverordnung), sollte die entsprechende Fachplanung beteiligt werden. Wenn der Träger der Fachplanung der beabsichtigten Ausweisung in der Bauleitplanung nicht zustimmt, ist eine positive landesplanerische Anpassung nach § 32 LPlG rechtlich möglich, aber nicht Ziel führend.

3.3 Flächennutzungsplan

3.3.1 Konzentrationszonen im Flächennutzungsplan

Nach § 5 i.V.m. § 35 Abs. 3 Satz 3 BauGB können die Gemeinden im Flächennutzungsplan „Konzentrationszonen für Windkraftanlagen“ darstellen. Eine solche Darstellung hat das Gewicht eines öffentlichen Belangs, der einer Windkraftanlage an anderer Stelle in der Regel entgegensteht. Sofern die Gemeinde zur wirksamen Steuerung der Windenergienutzung von ihrem Planungsrecht Gebrauch macht, soll sie ihre Bürgerinnen und Bürger – unabhängig von deren formalen Beteiligungsrechten - so frühzeitig wie möglich über die Planung informieren. Die Voraussetzungen von § 35 Abs. 3 Satz 3 BauGB liegen nur vor, wenn die Gemeinde auf der Grundlage einer Untersuchung des gesamten Gemeindegebietes ein schlüssiges Plankonzept für die Ausweisung von Konzentrationszonen erarbeitet hat. Ergebnis des Plankonzepts kann auch die Ausweisung einer einzigen Konzentrationszone sein, die Größe der ausgewiesenen Fläche ist nicht nur in Relation zur Gemeindegröße, sondern auch zur Größe der Gemeindegebietsteile zu setzen, die für eine Windenergienutzung nicht in Betracht kommen (BVerwG, Urt. v. 17.12.2002 – 4 C 15.1 - BauR 2003,828). In der Begründung ist darzustellen, welche Zielsetzungen und Kriterien für die Abgrenzung der Konzentrationszone maßgebend waren.

Die Gemeinde ist nicht verpflichtet, von dem Planvorbehalt des § 35 Abs. 3 Satz 3 BauGB Gebrauch zu machen, wenn geeignete Flächen vorhanden sind. Die Gemeinde wäre dann darauf beschränkt, im Rahmen des § 36 BauGB geltend zu machen, dass einem bestimmten Vorhaben öffentliche Belange im Sinne des § 35 Abs. 3 Sätze 1 und 2 BauGB entgegenstehen. Ist hingegen im gesamten Gemeindegebiet keine geeignete Fläche zu finden, darf die Gemeinde keine Konzentrationszonen im Flächennutzungsplan vorsehen, weil mit der Darstellung von für die Wind-

energienutzung ungeeigneten Flächen der Gesetzeszweck des § 35 Abs. 3 Satz 3 BauGB verfehlt würde. Auch in diesem Fall bleibt es beim allgemeinen Zulässigkeitsbestand des § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB.

Bei der Darstellung von Konzentrationszonen im Flächennutzungsplan empfiehlt es sich, neben der Grundnutzung (z.B. „Fläche für die Landwirtschaft“, Industriegebiet) die Konzentrationszonen für die Windkraftanlagen als zusätzliche Nutzungsmöglichkeit durch Randsignatur darzustellen (überlagernde Darstellung).

3.3.2 Höhenbegrenzungen

Nach § 16 Abs. 1 Baunutzungsverordnung – BauNVO – kann die Begrenzung der Höhe baulicher Anlagen dargestellt werden; dabei sind das Gebot der gegenseitigen Rücksichtnahme (Nr. 5.2.2.3) und der Stand der Anlagentechnik (z. B. „gängige“ Höhe) zu berücksichtigen. Höhenbeschränkungen müssen aus der konkreten Situation abgeleitet und städtebaulich begründet sein; dazu gehört auch die Gestaltung des Orts- und Landschaftsbildes (§ 1 Abs. 6 Nr. 5 BauGB). Allerdings muss in die Abwägung eingestellt werden, ob die Konzentrationszone auch unter Berücksichtigung der beschränkenden Regelungen wirtschaftlich noch sinnvoll genutzt werden können.

3.3.3 Sonstige Darstellungen

Soweit erforderlich, sind Flächen für Nutzungsbeschränkungen oder für Vorkehrungen zum Schutz gegen schädliche Umwelteinwirkungen i.S.d. BImSchG (§ 5 Abs. 2 Nr. 6 BauGB) sowie Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft (§ 1a Abs. 3, § 5 Abs. 2 Nr. 10 BauGB) darzustellen. Für weitergehende Regelungen (z. B. gestalterische Festsetzungen) ist die Aufstellung eines Bebauungsplanes erforderlich.

3.3.4 Sicherung der Planung

Die Möglichkeit der Zurückstellung von Baugesuchen zur Sicherung der gemeindlichen Planungshoheit wird mit der seit dem 20.7.2004 (Inkrafttreten der Änderung des Baugesetzbuchs durch das Europarechtsanpassungsgesetz Bau – EAG Bau) gel-

tenden Regelung des § 15 Abs. 3 BauGB auf Flächennutzungspläne (für Vorhaben nach § 35 Abs. 1 Nr. 2 bis 6 BauGB) ausgedehnt und an Voraussetzungen geknüpft.

Voraussetzungen sind, dass

- die Gemeinde einen Beschluss zur Aufstellung, Änderung oder Ergänzung des Flächennutzungsplanes gefasst hat,
- die Gemeinde im Flächennutzungsplan eine „Konzentrationsfläche“ nach § 35 Abs. 3 Satz 3 BauGB für privilegierte Vorhaben im Sinne des § 35 Abs. 1 Nr. 2 bis 6 BauGB darstellen will, die der Errichtung solcher Vorhaben an anderer Stelle im Gemeindegebiet i.d.R. entgegensteht, und wenn
- zu befürchten ist, dass die Durchführung der Planung durch das Vorhaben unmöglich gemacht oder wesentlich erschwert wird.

Der Zeitraum der Zurückstellung ist in dem Zurückstellungsbescheid anzugeben und darf längstens ein Jahr ab Zugang des Bescheids betragen. Die Zeit zwischen dem Eingang des Baugesuchs bei der zuständigen Behörde bis zur Zustellung des Zurückstellungsbescheides wird auf die Jahresfrist nur insoweit nicht angerechnet, als dieser Zeitraum für die Bearbeitung des Baugesuchs erforderlich war (§ 15 Abs. 3 Satz 2 BauGB). Die Gemeinde hat den Zurückstellungsantrag innerhalb von sechs Monaten zu stellen, nachdem sie erstmals in einem Verwaltungsverfahren förmlich (z.B. im Rahmen einer Beteiligung nach § 36 BauGB) von dem Bauvorhaben Kenntnis erlangt hat (§ 15 Abs. 3 Satz 3 BauGB). Der Zurückstellungsantrag ist nicht mehr möglich, wenn die Genehmigung erteilt ist.

3.4 Bebauungsplan

Die Gemeinde kann die Errichtung von Windkraftanlagen in im Flächennutzungsplan dargestellten Konzentrationszonen einer Feinststeuerung durch Bebauungspläne (z. B. Begrenzung der Anlagenhöhe – soweit nicht bereits im Flächennutzungsplan dargestellt –, Festlegung der Standorte der Anlagen) unterziehen und diese Bebauungsplanung durch eine Veränderungssperre sichern. Sie kann den Abstand von Windkraftanlagen untereinander in einem Bebauungsplan dadurch steuern, dass sie Baugrenzen festsetzt, innerhalb derer jeweils nur eine Windkraftanlage Platz findet. Im Bebauungsplan können sowohl Baugrenzen festgesetzt werden, die allein für Fun-

dament und Turm gelten, als auch Baugrenzen, die sich darüber hinaus auf den Rotor der Windkraftanlage beziehen. Gemäß § 23 Abs. 3 Satz 2, § 16 Abs. 5 BauNVO können außerdem für Fundament und Turm einerseits und die Rotoren andererseits unterschiedliche Baugrenzen festgesetzt werden. In jedem Fall muss hinreichend bestimmt sein, worauf sich die Baugrenze bezieht.

Darüber hinaus können Festsetzungen zum Maß der baulichen Nutzung, zur Erschließung, zum Immissionsschutz, zu den erforderlichen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen getroffen und ggf. örtliche Bauvorschriften nach § 86 Landesbauordnung - BauO NRW - über die äußere Gestaltung erlassen werden. Dies gilt entsprechend bei der Festsetzung von Flächen für Versorgungsanlagen. Hinsichtlich der Höhenbeschränkung gilt das unter Nr. 3.3.2 Ausgeführte entsprechend.

Eine Veränderungssperre ist gemäß § 14 BauGB zur Sicherung der Planung für den künftigen Planbereich zulässig; die Planung, die die Veränderungssperre sichern soll, muss ein Mindestmaß dessen erkennen lassen, was Inhalt des zu erlassenden Bebauungsplans sein soll (OVG NRW, Urt. v. 28.1.2005 – 7 D 35/03.NE). Eine Planung, bei der in einem raumordnerisch für die Windenergie vorgesehenen Gebiet Festsetzungen von „Null bis Hundert“ möglich sind, also alles noch offen ist, kann nicht durch Veränderungssperre gesichert werden (OVG NRW, Urt. v. 28.1.2005 – 7 D 4/03.NE).

3.5 Vorhabenbezogener Bebauungsplan

Die Gemeinde kann durch einen vorhabenbezogenen Bebauungsplan gemäß § 12 BauGB die Zulässigkeit von Vorhaben bestimmen, soweit ein Vorhabenträger auf der Grundlage eines von ihm vorgelegten und mit der Gemeinde abgestimmten Planes zur Durchführung der Vorhaben und der Erschließungsmaßnahmen bereit und in der Lage ist und sich zur Durchführung innerhalb einer bestimmten Frist und zur Übernahme der Planungs- und Erschließungskosten ganz oder teilweise verpflichtet.

3.6 Umweltprüfung in der Bauleitplanung

Seit dem 20.7.2004 (Inkrafttreten der Änderung des Baugesetzbuchs durch das Europarechtsanpassungsgesetz Bau) muss grundsätzlich bei allen Flächennutzungs- und Bebauungsplanungen für die Belange des Umweltschutzes eine Umweltprüfung (UP) durchgeführt werden, in der die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen zu ermitteln und in einem Umweltbericht zu beschreiben und zu bewerten sind. Mit der Umweltprüfung werden Auswirkungen eines Vorhabens abgeschätzt auf

- Menschen, Tiere und Pflanzen,
- Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft,
- Kulturgüter und sonstige Sachgüter sowie
- Wechselwirkungen zwischen den vorgenannten Schutzgütern.

In diese Prüfung sind auch noch weitere Umweltbelange einzubeziehen, die in § 1 Abs. 6 Nr. 7 und § 1a BauGB aufgeführt sind und die letztlich auch dem Schutz der vorgenannten Umweltgüter dienen.

Bei dieser Umweltprüfung werden auch die Behörden und die Öffentlichkeit beteiligt. Das Ergebnis dieser Umweltfolgenabschätzung ist in der bauleitplanerischen Abwägung zu berücksichtigen.

Die Umweltprüfung in der Bauleitplanung ist als umfassendes Prüfverfahren konzipiert, das den Anforderungen sowohl der EU-Richtlinie für die projektbezogene Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) als auch der EU-Richtlinie für die planbezogene Umweltprüfung entspricht.

Im Falle einer bereits in anderen Planverfahren (z. B. der Regionalplanung) durchgeführten Umweltprüfung kann sich die Umweltprüfung in dem zeitlich nachfolgenden Planverfahren auf zusätzliche oder andere erhebliche Umweltauswirkungen beschränken.

3.7 Entschädigungsansprüche bei Änderungen des Flächennutzungsplans und von Bebauungsplänen

Bei der Änderung, Ergänzung oder Aufhebung von Bebauungsplänen mit Festsetzungen zur Zulässigkeit von Windkraftanlagen ist zu prüfen, ob Entschädigungsansprüche nach den §§ 39 ff. BauGB entstehen können.

Von Bauleitplänen können zwar grundsätzlich nur Bebauungspläne entschädigungsrechtliche Wirkung entfalten. Flächennutzungspläne haben nur beschränkte Wirkung; sie sind keine Rechtsnorm und regeln nicht unmittelbar die Nutzung des Grund und Bodens. Mittelbar wirken sie allerdings in bestimmten Grenzen im Außenbereich, wie z.B. bei der Darstellung von Flächen für privilegierte Vorhaben. Ein Entschädigungsanspruch bei Änderung oder Aufhebung einer zulässigen Nutzung ist somit auch bei einer Überplanung und ggf. Zurücknahme von Konzentrationszonen im Flächennutzungsplan nicht auszuschließen und daher im Einzelfall zu prüfen.

4 Verfahren zur Genehmigung von Windkraftanlagen

4.1 Immissionsschutzrechtliches Verfahren für Anlagen über 50 m Gesamthöhe

Die Verordnung zur Änderung der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV) und zur Änderung der Anlage 1 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung v. 20. Juni 2005 (UVPG) und das Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie 2003/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2003 zur Änderung der Richtlinie 96/82/EG des Rates zur Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen v. 25. Juni 2005 sind am 1. 7. 2005 in Kraft getreten. Nach § 67 Abs. 9 Satz 1 BImSchG gelten Baugenehmigungen für Windkraftanlagen mit einer Gesamthöhe von mehr als 50 m, die bis zum 1. 7. 2005 erteilt worden sind, als immissionsschutzrechtliche Genehmigungen. Nach dem OVG NRW (Beschl. v. 15.9.2005 - 8 B 1074/05) gilt auch die durch § 212a Abs. 1 BauGB bewirkte sofortige Vollziehbarkeit einer vor dem 1.7.2005 für eine Windkraftanlage erteilten Baugenehmigung fort; Widerspruchsverfahren sind über die auf gerichtlich anhängige Verfahren bezogene Regelung in § 67 Abs. 9 Satz 3 BImSchG hinaus von den Baugenehmigungsbehörden nach altem Recht zu Ende zu führen.

4.1.1 Vereinfachtes Verfahren, Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung

Grundsätzlich ist nach neuer Rechtslage das Genehmigungsverfahren für Windkraftanlagen im vereinfachten Verfahren durchzuführen. Ist jedoch nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung die Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich, so ist nach der neuen Regelung des § 2 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 c) der 4. BImSchV das Genehmigungsverfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung durchzuführen.

4.1.2 Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)

Nach den §§ 3b, 3c i.V.m. Anlage Nr. 1.6 des UVPG sind für Windfarmen mit 3 bis 5 Anlagen eine standortbezogene Vorprüfung, mit 6 bis 19 Anlagen eine allgemeine Vorprüfung und mit 20 oder mehr Anlagen eine UVP erforderlich, wenn die Anlagen höher als 50 m sind.

Unter Windfarm wird die Planung oder Errichtung von mindestens drei Anlagen verstanden, die

- sich innerhalb einer bauleitplanerisch ausgewiesenen Fläche befinden oder
- räumlich so zugeordnet sind, dass sich ihre Einwirkungsbereiche in Bezug auf die Schutzgüter des § 2 Abs. 1 Satz 2 UVPG überschneiden oder wenigstens berühren.

Im Fall einer in anderen Planverfahren (z.B. Bebauungsplan) durchgeführten UP, sollen im nachfolgenden Genehmigungsverfahren die Vorprüfung des Einzelfalls oder die UVP auf ggf. zusätzliche oder andere erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen beschränkt werden (siehe auch Nr. 3.6).

Die Errichtung von ein oder zwei Anlagen ist für sich genommen nicht UVP-relevant. Wenn mehrere Anlagen, die gleichzeitig von demselben oder mehreren Trägern verwirklicht werden sollen, innerhalb einer Windfarm errichtet werden sollen und sie zusammen die Größenwerte der Anlage 1 zum UVPG erfüllen, ist für sie gemäß § 3 b Abs. 3 bzw. § 3 c Abs. 1 i.V.m. § 3 b Abs. 3 UVPG eine Umweltverträglichkeitsprüfung bzw. eine standortbezogene oder eine allgemeine Vorprüfung durchzuführen. Entscheidend ist, ob durch den jeweiligen Antrag unter Berücksichtigung schon bestehender, genehmigter oder vorher beantragter Anlagen innerhalb der Windfarm

eine Pflicht zur Vorprüfung oder zur Durchführung einer UVP ausgelöst wird. Windkraftanlagen, die vor dem 14.03.1999 (maßgeblicher Stichtag zum Ablauf der Umsetzungsfrist der UVP-Änderungsrichtlinie) genehmigt wurden, sind gem. § 3 b Abs. 3 Satz 3 UVPG beim Bestand nicht zu berücksichtigen. Ebenfalls bleiben zeitlich nachher gestellte Anträge nach dem Prioritätsprinzip unberücksichtigt. Anträge sind dann zeitlich nachher gestellt, wenn zum Zeitpunkt dieses späteren Antrages die Antragsunterlagen vollständig eingereicht worden sind.

Bei einer standortbezogenen Vorprüfung des Einzelfalles ist darzulegen und zu begründen, ob die beantragten Windkraftanlagen erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen auf den konkreten Schutzzweck des betroffenen schützenswerten Gebietes haben können. Werden die in Nr. 8.1.4 empfohlenen Abstände zu schützenswerten Gebieten eingehalten, sind in der Regel erhebliche negative Auswirkungen nicht zu erwarten, soweit zwischen den Gebieten ein notwendiger Funktionsaustausch gewährleistet ist. Findet eine standortbezogene Vorprüfung des Einzelfalles für eine in einer Konzentrationszone eines Flächennutzungsplans geplante Windfarm statt, kann davon ausgegangen werden, dass erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen nicht zu erwarten sind, wenn sich nicht neue Gesichtspunkte ergeben, die bei der Ausweisung im Flächennutzungsplan noch nicht berücksichtigt werden konnten. Bei der allgemeinen Vorprüfung ist zu berücksichtigen, inwieweit der Prüfwert für Größe (6 bis 19 Anlagen) erreicht oder überschritten wird (§ 3 c Abs. 1 Satz 4 UVPG).

Bei der geplanten Erweiterung einer bislang nicht UVP-pflichtigen Windfarm durch eine oder mehrere Anlagen ist eine UVP zwingend erforderlich, wenn die Erweiterung dazu führt, dass in der Windfarm insgesamt 20 oder mehr zu berücksichtigende Anlagen vorhanden sind. Bei weniger als 20 Anlagen ist im Rahmen einer Vorprüfung über die Erforderlichkeit einer UVP zu entscheiden.

Bei der Erweiterung einer Windfarm, für die bereits eine UVP durchgeführt worden ist, ist nach § 3e Abs. 1 UVPG eine UVP dann erforderlich, wenn eine Erweiterung um 20 oder mehr Anlagen beantragt wird. Werden weniger als 20 Anlagen beantragt, ist im Rahmen einer Vorprüfung unter Einbeziehung der Anlagen, die nach der Durchführung der UVP errichtet, genehmigt oder zuvor beantragt worden sind, über die Erforderlichkeit einer UVP zu entscheiden.

4.2 Baurechtliches Verfahren für Windkraftanlagen bis 50 m Gesamthöhe

Windkraftanlagen sind bauliche Anlagen im Sinne des § 29 BauGB und des § 2 BauO NRW. Nach § 63 Abs. 1 BauO NRW ist deshalb - unabhängig von der Leistung der Windkraftanlagen - ein Baugenehmigungsverfahren durchzuführen, soweit nicht nach der 4. BImSchV ein immissionsschutzrechtliches Verfahren (siehe Nr. 4.1) erforderlich ist. Windkraftanlagen sind nicht genehmigungsfrei i.S.v. § 65 Abs. 1 Nr. 9a BauO NRW. Es wird darauf hingewiesen, dass vor Erteilung der Baugenehmigung ggf. weitere Genehmigungen/Erlaubnisse etc. eingeholt werden müssen (z.B. landschaftsrechtliche Befreiung).

Die Bauaufsichtsbehörden haben bei Anlagen, die nicht der Genehmigungspflicht nach dem BImSchG unterliegen, das örtlich zuständige Staatliche Umweltamt bzw. das Staatliche Amt für Umwelt- und Arbeitsschutz OWL zu beteiligen, das später die Anlagen immissionsschutzrechtlich zu überwachen hat.

Eine Umweltverträglichkeitsprüfung ist bei Anlagen bis 50 m Gesamthöhe – unabhängig von ihrer Zahl - nicht erforderlich (Anlage 1 Nr. 1.6 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung - UVPG).

4.3 Verfahren bei Änderung einer Anlage

Kommt die Immissionsschutzbehörde zu dem Ergebnis, dass das Vorhaben keine immissionsschutzrechtlich relevante Änderung i.S.d. § 16 i.V.m. § 6 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG darstellt, so ergeht keine immissionsschutzrechtliche Genehmigung. Da Windkraftanlagen jedoch bauliche Anlagen im Sinne der Landesbauordnung sind, ist in diesen Fällen ein Baugenehmigungsverfahren notwendig. Gleiches gilt, wenn ein Anzeigeverfahren nach § 15 BImSchG durchgeführt wird, denn gemäß § 63 Abs. 2 BauO NRW schließt nur die Genehmigung nach § 16 Abs. 1 BImSchG die Baugenehmigung ein.

4.4 Repowering (technische Erneuerung)

Repowering ist innerhalb der rechtlichen Rahmenbedingungen möglich. Insbesondere in rechtsverbindlichen Konzentrationszonen können bei gleichzeitiger Steigerung der Effizienz und des Auslastungsgrades die Anzahl der Windkraftanlagen und damit die Immissionen reduziert werden. Ein sinnvolles Repowering trägt somit auch dem Schutz der Anwohner Rechnung.

5 Zulässigkeitsvoraussetzungen

Für beide Genehmigungsverfahren gelten nachfolgende Zulässigkeitsvoraussetzungen.

5.1 Immissionsschutzrechtliche Zulässigkeit

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens zur Errichtung einer Windkraftanlage sind die immissionsschutzrechtlichen Vorschriften des Bundes und des Landes zu beachten. Bei Windkraftanlagen handelt es sich um Anlagen im Sinne von § 3 Abs. 5 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG). Sie unterliegen den immissionsschutzrechtlichen Anforderungen nach § 5 BImSchG bei genehmigungsbedürftigen Anlagen nach dem BImSchG und nach § 22 BImSchG bei nach Baurecht zu genehmigenden Anlagen.

Schädliche Umwelteinwirkungen lassen sich durch die Einhaltung erforderlicher Abstände, ggf. in Verbindung mit Standortverschiebungen oder Auflagen (Drehzahlbegrenzung, zeitweise Abschaltung) vermeiden (vgl. OVG NRW, Beschl. v. 13.07.1998 - 7 B 956/98 - NVwZ 1998, 980). Auf die Anforderungen des Verhältnismäßigkeitsprinzips wird hingewiesen. Bei einem Abstand von 1500 Metern werden in der Regel keine schädlichen Umwelteinwirkungen vorliegen. Bei geringeren Abständen muss das Vorliegen schädlicher Umwelteinwirkungen im Einzelfall geprüft werden.

5.1.1 Lärm

Im Rahmen der Prüfung, ob erhebliche Belästigungen durch Geräuschimmissionen zu befürchten sind, ist die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm vom 26.08.1998 (GMBI. S. 503) zu berücksichtigen (vgl. § 18 Abs. 2 BauO NRW, Nr. 18.22 der Verwaltungsvorschrift zur Landesbauordnung - VV BauO NRW). Es ist da-

bei entsprechend der in der BauNVO zum Ausdruck kommenden Wertung bei Errichtung einer Windkraftanlage von einer abgestuften Schutzwürdigkeit der verschiedenen Baugebiete auszugehen. Antragsteller sollten den Genehmigungsbehörden gesicherte Datenblätter vorlegen, in denen unabhängige Institute das Geräuschverhalten der Anlage in allen regulären Betriebszuständen mindestens bis zum Erreichen der Nennleistung belegen.

Die Anforderungen an die Emissionsdaten sind in der Technischen Richtlinie für Windkraftanlagen, Teil 1: „Bestimmung der Schallemissionswerte“, Revision 16, Stand: 1. 7. 2005 (Herausgeber: FGW, Fördergesellschaft für Windenergie e. V., Stresemannplatz 4, 24103 Kiel), beschrieben.

Ergänzend zu den Vorgaben der Technischen Richtlinie FGW werden auch akustische Vermessungen durch Messstellen anerkannt, die ihre Kompetenz z.B. durch die Teilnahme an regelmäßigen Ringversuchen zur akustischen Vermessung von Windkraftanlagen nach Technischer Richtlinie nachweisen.

Die Schallimmissionsprognose ist nach Nr. A. 2 der TA Lärm durchzuführen. Bei Anwendung der Irrelevanzregelung der Nr. 3.2.1 TA Lärm ist zu beachten, dass eine Vielzahl von Einzelanlagen, die auf einen Immissionspunkt einwirken, zu einer relevanten Erhöhung des Immissionspegels führen können. In diesem Fall ist eine Sonderfallprüfung durchzuführen. Die Gesamtbelastung durch alle Anlagen darf nicht zu einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte von mehr als 1 dB(A) führen. Dies kann im Einzelfall sogar dazu führen, dass auch Anlagen in der Prognose berücksichtigt werden müssen, die einzeln betrachtet den Immissionsrichtwert an bestimmten Aufpunkten um mehr als 10 dB(A) unterschreiten (Nr. 2.2 TA Lärm). Der Immissionsprognose ist grundsätzlich diejenige bestimmungsgemäße Betriebsart zugrunde zu legen, die zu dem höchsten Beurteilungspegel führt. Bei stall-gesteuerten Windkraftanlagen ist daher das Geräuschverhalten bis zur Abschaltwindgeschwindigkeit zu betrachten. Bei pitch-gesteuerten Anlagen ist grundsätzlich das Geräuschverhalten zu berücksichtigen, welches gemäß der Technischen Richtlinie bei einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s in 10 m Höhe über Boden, aber bei nicht mehr als 95 % der Nennleistung ermittelt wurde. Bei üblichen Nabenhöhen von über 50 m liegt die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe dann bei etwa 12 bis 14 m/s, so dass bei den

meisten Anlagen die Leistungsabgabe im Bereich der Nennleistung liegt. Der maximal zulässige Emissionswert ist unter Beachtung des in der Prognose angesetzten Emissionsverhaltens der Anlage festzulegen.

Wenn infolge ständig vorherrschender Fremdgeräusche keine zusätzlichen schädlichen Umwelteinwirkungen durch die zu beurteilende Anlage zu berücksichtigen sind, kann in Anlehnung an die Regelungen der Nr. 3.2.1 Abs. 5 der TA Lärm verfahren werden.

Tonhaltigkeiten von Windenergieanlagen werden wie folgt bewertet:

$0 \leq K_{TN} \leq 1$ Tonzuschlag K_T von 0 dB

$1 < K_{TN} \leq 4$ Tonzuschlag K_T von 3 dB

$K_{TN} > 4$ Tonzuschlag K_T von 6 dB

K_{TN} = Tonhaltigkeit bei Emissionsmessungen im Nahbereich nach der Technischen Richtlinie FGW gemessen

K_T = in Abhängigkeit vom K_{TN} ab einer Entfernung von 300 m für die Immissionsprognose anzusetzende Tonzuschläge

Neu zu errichtende Anlagen, deren Tonzuschlag $K_T = 3$ dB oder $K_T = 6$ dB beträgt, entsprechen nicht dem „Stand der Technik“.

Bei der Schallimmissionsprognose ist der Nachweis zu führen, dass unter Berücksichtigung der oberen Vertrauensgrenze aller Unsicherheiten (insbesondere der Emissionsdaten und der Ausbreitungsrechnung) der nach TA Lärm ermittelte Beurteilungspegel mit einer Wahrscheinlichkeit von 90% den für die Anlage anzusetzenden Immissionsrichtwert einhält. Auf die Möglichkeit nachträglicher Anordnungen im Einzelfall gemäß Nr. 5.2 der TA Lärm sollte im Genehmigungsbescheid hingewiesen werden.

Nach Errichtung der Anlage ist durch eine Bescheinigung zu belegen, dass die errichtete Anlage in ihren wesentlichen Elementen und in ihrer Regelung mit derjenigen Anlage übereinstimmt, die der akustischen Planung zugrunde gelegt worden ist. Durch eine Emissionsmessung ist nachzuweisen, dass die Emission der errichteten Anlage nicht größer ist als die nach der Genehmigung zulässige Emission, welche der Genehmigung zugrunde gelegt wurde. Dieses ist der Fall, wenn der im Rahmen

der Abnahmemessung ermittelte Emissionswert (Schalleistungspegel + Ton- und Impulszuschlag) den der Genehmigung (ohne die bei der Planung berücksichtigten Unsicherheiten) zugrunde gelegten Emissionswert nicht überschreitet. Aufgrund der Behörde vorliegenden Erkenntnissen, die eine Immissionsrichtwertüberschreitung sicher ausschließen, kann von einer Emissionsmessung abgesehen werden.

Sollten im Einzelfall Immissionsmessungen erforderlich sein, ist zur Festlegung der Anzahl der notwendigen unabhängigen Messungen der mögliche Schwankungsbereich der Immissionen gem. Abbildung 1 der VDI-Richtlinie 2714 „Schallausbreitung im Freien“ zu beachten.

Um richtlinienkonforme Emissionsmessungen zu gewährleisten, muss jede Anlage mit einer kontinuierlichen Aufzeichnung geeigneter Betriebsparameter (z.B. Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe, Leistung, Drehzahl) versehen sein, die ihre Betriebsbedingungen rückwirkend über einen Zeitraum von 72 Stunden dokumentiert. Sofern eine Anlage aus Gründen des Immissionsschutzes nachts z.B. durch eine Leistungs- oder Drehzahlbegrenzung geräuschreduziert betrieben wird, müssen die Betriebsparameter in einer Form gespeichert werden, die rückwirkend für einen Zeitraum von wenigstens sechs Monaten den Nachweis der tatsächlichen Betriebsweise ermöglicht. Diese Daten müssen der Genehmigungsbehörde auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden. Dort sind sie für die Betroffenen entsprechend den Vorgaben des Umweltinformationsrechts einsehbar.

5.1.2 Schattenwurf

Die sog. bewegten Schatten und die als Disco-Effekt bezeichneten periodischen Lichtreflexionen fallen als „ähnliche Umwelteinwirkungen“ i.S.d. § 3 Abs. 3 BImSchG unter den Begriff der Immissionen. Im Unterschied zu den üblichen Fällen des Schattenwurfs durch feststehende Gebäude verursacht bei Windkraftanlagen erst die Bewegung des Rotorblattes einen periodischen Wechsel von Licht und Schatten auf dem Nachbargrundstück. Der Schattenwurf ausgehend von Windkraftanlagen stellt somit eine qualitative Veränderung der natürlichen Lichtverhältnisse dar. Das Ausmaß der qualitativen Veränderung auf die betroffene Nachbarschaft ist i.S.d. BImSchG – schädliche Umwelteinwirkungen – zu prüfen. Schattenwurf von geringer

Dauer ist hinzunehmen bzw. kann vernachlässigt werden (vgl. OVG NRW, Beschl. v. 09.09.1998 – 7 B 1560/98). Belastende Auswirkungen auf Wohngrundstücke können z.B. durch eine Auflage zur Genehmigung, nach der die Anlage automatisch generell stillzulegen ist, wenn Schlagschatten unmittelbar oder durch Spiegelung mittelbar auf die Wohnhäuser und deren intensiv genutzte Außenbereiche einwirken würden, unterbunden werden (vgl. OVG NRW, Beschl. v. 03.09.1999 – 10 B 1283/99 – NVwZ 1999, 1360). Entsprechend ist auch zu prüfen, ob Arbeitnehmer in benachbarten gewerblichen Betrieben beeinträchtigt sind.

Von einer erheblichen Belästigungswirkung kann ausgegangen werden, wenn die maximal mögliche Einwirkungsdauer am jeweiligen Immissionsort - ggf. unter kumulativer Berücksichtigung aller Beiträge einwirkender Windkraftanlagen - mehr als 30 Stunden pro Kalenderjahr und darüber hinaus mehr als 30 Minuten pro Tag beträgt (vgl. OVG NRW, Urt. v. 18.11.2002 -7 A 2140/00). Die Auflage muss deshalb sicherstellen, dass der Immissionsrichtwert (die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer von 30 Stunden pro Kalenderjahr entspricht einer tatsächlichen Beschattungsdauer von 8 Stunden pro Jahr) nicht überschritten wird. Der Immissionsrichtwert für die tägliche Beschattungsdauer beträgt 30 Minuten. Durch eine Abschaltautomatik, die meteorologische Parameter (z. B. Intensität des Sonnenlichtes) berücksichtigt, ist die tatsächliche Beschattungsdauer auf 8 Stunden pro Jahr zu begrenzen. Für weitere Einzelheiten der Bewertung sind die „Hinweise zur Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen (WKA-Schattenwurf-Hinweise)“ des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) vom Mai 2002 heranzuziehen. Es kann davon ausgegangen werden, dass bei einem Abstand einer Windkraftanlage von mehr als 1300 Metern keine Schattenprobleme auftreten.

5.2 Bauplanungsrechtliche Zulässigkeit

Die bauplanungsrechtliche Zulässigkeit richtet sich nach den §§ 30 bis 35 BauGB. Für die Zulässigkeit von Windkraftanlagen im Außenbereich gelten folgende Regelungen.

5.2.1 Allgemeine Voraussetzungen

Im Außenbereich sind Windkraftanlagen als untergeordnete Anlagen zu privilegierten Vorhaben gemäß § 35 Abs. 1 BauGB oder als selbständige Anlagen gemäß § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB zulässig, wenn ihnen öffentliche Belange nicht entgegenstehen und eine ausreichende Erschließung gesichert ist. Das Grundstück muss eine ausreichende Zufahrtsmöglichkeit aufweisen, die die Wartung der Windkraftanlagen zulässt. Der Anschluss einer Windkraftanlage an ein Verbundnetz zum Zwecke der Stromeinspeisung gehört nicht zum bauplanungsrechtlichen Inhalt der Erschließung (BVerwG, Beschl. v. 05.01.1996, NVwZ 1996, 597).

5.2.1.1 Untergeordnete Nebenanlage

Eine Windkraftanlage ist im Außenbereich nach § 35 Abs. 1 BauGB als unselbständiger Teil eines seinerseits privilegierten Betriebes (z. B. Land- oder Forstwirtschaft, gartenbauliche Erzeugung, gewerbliche Tierhaltung) genehmigungsfähig. Voraussetzung ist, dass die Windkraftanlage der Hauptanlage (dem Betrieb) unmittelbar zu- und untergeordnet ist und bei landwirtschaftlichen Betrieben (einschließlich aller Nebenanlagen) nur einen untergeordneten Teil der Betriebsfläche einnimmt. Die räumliche Zuordnung erfordert, dass die Windkraftanlage sich in angemessener räumlicher Nähe zu dem mit Energie versorgten Betrieb befindet. Nach der Zweckbestimmung muss der überwiegende Teil der erzeugten Energie dem privilegierten Vorhaben zugute kommen. Wegen der Größe und der Leistungsfähigkeit moderner Anlagen ist i.d.R. davon auszugehen, dass sich nur Anlagen bis zu 50 m Gesamthöhe einem im Außenbereich zulässigen Betrieb i.S.d. § 35 Abs. 1 BauGB unterordnen können.

Eine Windkraftanlage kann im Einzelfall als untergeordnete Nebenanlage mehreren im Außenbereich zulässigerweise errichteten Betrieben dienen. Die funktionale Zuordnung ist ggf. durch eine Nebenbestimmung zur Baugenehmigung nach § 36 Abs. 1, 2. Alt. VwVfG NRW auf Dauer sicherzustellen. Gesetzliche Voraussetzung für eine Windkraftanlage als untergeordnete Nebenanlage nach § 35 Abs. 1 BauGB ist, dass nicht der überwiegende Teil der erzeugten Energie zur Einspeisung in das öffentliche Netz bestimmt ist (vgl. BVerwG, Urt. v. 16.06.1994, DVBl. 1994, 1141). Die Zuordnung einer Anlage zu mehreren Betrieben ist immer erfüllt, wenn

- die Betreiber der Windkraftanlage gesellschaftsrechtlich verbunden sind und

- nachweisen, dass der Stromverbrauch in ihren Betrieben zusammengenommen höher ist als 50 % der voraussichtlichen jährlichen Energieerzeugungsleistung der Windkraftanlage und
- die Windkraftanlage sich in angemessener räumlicher Nähe zu den mit Energie versorgten Betrieben befindet.

5.2.1.2 Selbständige Anlagen

Windkraftanlagen, die Energie überwiegend in ein Verbundnetz der öffentlichen Stromversorgung einspeisen, sind – unabhängig davon, ob sie als Einzelanlagen bestehen oder in einer in einem Flächennutzungsplan dargestellten Konzentrationszone liegen – als Vorhaben im Außenbereich gemäß § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB zu beurteilen.

5.2.2 Öffentliche Belange

5.2.2.1 Ausweisung an anderer Stelle

Der Belang „Ausweisung an anderer Stelle“ steht nach § 35 Abs. 3 Satz 3 BauGB einer Windkraftanlage in der Regel entgegen, soweit im Flächennutzungsplan (s. Nr. 3.3.1) oder im Regionalplan (s. Nr. 2.1) eine Darstellung an anderer Stelle erfolgt. Ausnahmen von der Ausschlusswirkung durch die Darstellung im Flächennutzungsplan sind im Einvernehmen mit der Gemeinde (gem. § 36 Abs. 1 Satz 1 BauGB) möglich, wenn Umstände vorliegen, die bei der Festlegung der Konzentrationszone nicht berücksichtigt wurden, oder wenn solche Umstände wegen der notwendigerweise nur groben Betrachtung der Bereiche in der Flächennutzungsplanung nicht greifen (vgl. OVG NRW Urt. v. 30.11.2001 – 7 A 4857/00, BVerwG, Urt. v. 17.12.2002 – 4 C 15.01). Dies ist z.B. bei einer Anlage der Fall, die im räumlichen Zusammenhang mit einem landwirtschaftlichen Betrieb errichtet werden soll und die zu einem nicht unbedeutenden Teil (mindestens 20% der von der Anlage erzeugten Energie) der eigenen Energieversorgung dient.

5.2.2.2 Entgegenstehen öffentlicher Belange

Die Darstellung „Fläche für die Landwirtschaft“ ist in der Regel kein Widerspruch zum Standort für einzelne Windkraftanlagen i.S.v. § 35 Abs. 3 Satz 1 Nr. 1 BauGB.

Hinsichtlich der Belange des § 35 Abs. 3 Satz 1 Nr. 5 BauGB wird auf Folgendes hingewiesen:

- Auch der städtebauliche Schutz des Orts- und Landschaftsbildes vor seiner Verunstaltung kann der Zulassung von Windkraftanlagen entgegenstehen. Das Ortsbild wird verunstaltet, wenn mit der Errichtung einer Windkraftanlage der städtebauliche Gesamteindruck erheblich gestört würde, d. h. wenn der Gegensatz zwischen der baulichen Anlage und dem Ortsbild von dem für ästhetische Eindrücke offenen Betrachter als belastend empfunden wird (BVerwG, Urt. v. 15.5.1997 – 4 C 23.95; vgl. auch OVG NRW, Beschl. v. 5.4.2005 – 7 A 1711/04). Das Ortsbild kann durch den Standort, die Art und die Größe des Vorhabens oder durch die Änderung der Ortssilhouette verunstaltet werden. Bei bereits vorhandenen, das Ortsbild beeinträchtigenden Baulichkeiten ist im Einzelfall zu prüfen, ob die nachteiligen Wirkungen durch eine Windkraftanlage das Ortsbild zusätzlich erheblich beeinträchtigen.
- Das städtebauliche Verunstaltungsverbot beruht auf der Erkenntnis, dass auch eine naturschutzrechtlich nicht besonders geschützte Landschaft empfindlich gegen ästhetische Beeinträchtigungen sein kann (vgl. BVerwG, Urt. v. 15.05.1997, BRS 59 Nr. 90). Eine Verunstaltung ist zu bejahen, wenn in einer Mittelgebirgslandschaft an exponierter Stelle zu errichtende Windkraftanlagen unmittelbar in das Blickfeld einer bislang unbeeinträchtigten Fernsicht treten und durch ihre Rotoren optisch eine Unruhe stiften würden, die diesem Bild fremd ist und seine ästhetisch wertvolle Einzigartigkeit massiv beeinträchtigt (OVG NRW, Urt. v. 18.11.2004 – 7 A 3329/01 – BauR 2005,836). Wenn die Anlagen auf einem bis in weite Fernen markant in das Blickfeld tretenden Hochplateau aus allen Himmelsrichtungen als die Horizontlinien merklich durchschneidende Bauwerke zu sehen sind, die zum dominierenden Faktor in der Landschaft werden würden, wirken sie verunstaltend (OVG NRW, Urt. v. 28.04.2005 – 7 A 357/02 –).
- Der städtebauliche Schutz vor einer Beeinträchtigung der natürlichen Eigenart der Landschaft und ihres Erholungswertes ist darauf gerichtet, den Freiraum in seiner funktionellen Bestimmung für die naturgegebene Bodennutzung sowie

als Erholungsfläche für die Allgemeinheit zu erhalten und ihn vor dem Eindringen wesensfremder und der Erholungseigenschaft abträglicher Nutzung zu schützen. Wegen der Berücksichtigung von Vorbelastungen wird auf das Bundesverwaltungsgericht (Urt. v. 16.06.1994 – 4 C 20.93) verwiesen. Soll der Belang der Landschaft höher gewertet werden als die vom Gesetzgeber mit der Privilegierung der Windenergienutzung verfolgte Zielsetzung, ist die besondere Schutzwürdigkeit des in Aussicht genommenen Standortes konkret darzulegen.

5.2.2.3 Gebot der gegenseitigen Rücksichtnahme

Abstände von Windkraftanlagen untereinander können sich aufgrund des Gebotes der gegenseitigen Rücksichtnahme ergeben.

Um den wirtschaftlichen Betrieb einer Anlage auf Dauer zu gewährleisten, wird eine zivilrechtliche Vereinbarung mit den Eigentümern der in Hauptwindrichtung gelegenen Grundstücke empfohlen.

Um gegenseitig negative Einflüsse zu vermeiden, wird empfohlen, Abstände zwischen Windkraftanlagen einerseits und Wohnsiedlungen, Freileitungen, anderen technischen Anlagen oder naturschutzrechtlich bedeutsamen Gebieten andererseits einzuhalten (siehe Nr. 8.1).

5.2.3 Rückbauverpflichtung

Nach § 35 Abs. 5 Satz 2 BauGB ist für Vorhaben nach § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB als weitere Zulässigkeitsvoraussetzung eine Verpflichtungserklärung abzugeben, das Vorhaben nach dauerhafter Aufgabe der zulässigen Nutzung zurückzubauen und Bodenversiegelungen zu beseitigen. Die Rückbauverpflichtung soll die Genehmigungsbehörde z.B. durch Baulast oder beschränkt persönliche Dienstbarkeit (wenn der Grundstückseigentümer selbst Bauherr ist) oder in anderer Weise (i.d.R. Sicherheitsleistung durch Bankbürgschaft) sicherstellen (§ 35 Abs. 5 Satz 3). Die Sicherheitsleistung muss den Rückbau der Windkraftanlage einschließlich des den Boden versiegelnden Fundaments am Ende der voraussichtlichen Lebensdauer der Anlage vollständig abdecken. Wenn nichts Gegenteiliges nachgewiesen wird, kann von einer

Sicherheitsleistung i.H.v. zumindest 6,5 % der Investitionskosten ausgegangen werden. Wenn die Sicherheitsleistung nicht bereits bei Antragstellung vorgelegt wird, muss sie spätestens bei Baubeginn vorliegen. Die Genehmigung ist dann nach § 36 Abs. 1 Verwaltungsverfahrensgesetz NRW mit einer entsprechenden Nebenbestimmung (Bedingung i.S.d. § 36 Abs. 2 Nr. 2 VwVfG) zu erlassen.

5.3 Bauordnungsrechtliche Anforderungen

5.3.1 Abstandsflächen

Bei Windkraftanlagen ist die Abstandsfläche ein Kreis um den geometrischen Mittelpunkt des Mastes (§ 6 Abs. 10 Satz 5 BauO NRW i.d.F. v. 9.5.2000). Gemäß § 6 Abs. 10 Satz 3 und 4 BauO NRW bemisst sich die Tiefe der Abstandsfläche nach der Hälfte ihrer größten Höhe, wobei sich die größte Höhe bei Anlagen mit Horizontalachse aus der Höhe der Rotorachse zuzüglich des Rotorradius ergibt. Der sich aus § 6 Abs. 5 Satz 5 BauO NRW ergebende Mindestgrenzabstand von 3 m sowie das Schmalseitenprivileg des § 6 Abs. 6 BauO NRW gelten für Windkraftanlagen nicht (§ 6 Abs. 10 Satz 2 BauO NRW).

5.3.2 Standsicherheit

Gemäß § 15 Abs. 1 BauO NRW muss jede bauliche Anlage im Ganzen und in ihren Teilen sowie für sich allein standsicher sein. Die Standsicherheit anderer baulicher Anlagen darf nicht gefährdet werden. Erschütterungen oder Schwingungen, die von ortsfesten Anlagen ausgehen, sind gemäß § 18 Abs. 3 BauO NRW so zu dämmen, dass Gefahren oder unzumutbare Belästigungen nicht entstehen (vgl. OVG NRW Beschl. v. 01.02.2000 – 10 B 1831/99 –).

Um diesen Anforderungen und der gemäß § 3 Abs. 3 BauO NRW als Technische Baubestimmung eingeführten „Richtlinie für Windkraftanlagen – Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“ Rechnung zu tragen, ist ein ausreichender Abstand von Windkraftanlagen untereinander und zu anderen vergleichbar hohen Bauwerken erforderlich.

Für den Standsicherheitsnachweis von Windkraftanlagen wird auf der Grundlage der mit RdErl. vom 08.06.2005 (Ifd. Nr. 2.7.12 der Liste der Technischen Baubestimmungen) bauaufsichtlich eingeführten Richtlinie (Fassung März 2004) in Verbindung mit DIN EN 61400-1 eine geringere Turbulenzintensität angesetzt als nach der zuvor bauaufsichtlich eingeführten Richtlinie (Fassung Juni 1993). Der verringerte Ansatz der Turbulenzintensität bedingt größere Mindestabstände der Windkraftanlagen zur Gewährleistung der Standsicherheit (s. Abschnitt 6.3.3 der neuen Richtlinie). Zur Genehmigung der Unterschreitung dieser Mindestabstände ist nach Anlage 2.7/10 der Liste der Technischen Baubestimmungen (durch den Antragsteller der hinzukommenden Anlage) eine gutachtliche Stellungnahme eines Sachverständigen einzuholen.

Auf die Anlage 2.7/10 der Liste der Technischen Baubestimmungen wird auch hinsichtlich der generell erforderlichen gutachtlichen Stellungnahmen eines Sachverständigen als Bestandteil der Bauvorlagen hingewiesen. Geeignete sachverständige Stellen sind dort benannt.

Für Anlagen, die nach der noch bis zum 31.12.2005 anwendbaren Richtlinie (Fassung Juni 1993) ausgelegt sind (s. Anlage 2.7/10), gilt weiterhin, dass bei Abständen von weniger als 5 Rotordurchmessern in Hauptwindrichtung Auswirkungen auf die Standsicherheit der Anlagen zu erwarten sind und der Antragsteller der hinzukommenden Anlage mittels eines Gutachtens nachzuweisen hat, dass die Standsicherheit nicht beeinträchtigt ist.

5.3.3 Eiswurf

Eine Windkraftanlage darf den Verkehr auf Straßen und Wegen und den Erholungsverkehr nicht gefährden. Soweit eine Gefährdung der öffentlichen Sicherheit nicht auszuschließen ist, sind wegen der Gefahr des Eisabwurfs – unbeschadet der Anforderungen aus anderen Rechtsbereichen – Abstände zu Verkehrswegen, Erholungseinrichtungen (z.B. Anlagen für den Wintersport) und Gebäuden einzuhalten oder funktionssichere technische Einrichtungen zur Gefahrenabwehr erforderlich.

5.3.3.1 Eisgefährdete Gebiete

Für Windkraftanlagen in eisgefährdeten Gebieten (im Mittelgebirge, 400 m über NHN, im Bereich feuchter Aufwinde, in der Nähe großer Gewässer oder von Flussläufen) ist der Genehmigungsbehörde durch gutachtliche Stellungnahme eines Sachverständigen gemäß Anlage 2.7/10 Ziffer 3.3 der Liste der Technischen Baubestimmungen nachzuweisen, dass z.B.

- die Anlage sich bei Eisansatz aufgrund entsprechender technischer Vorkehrungen (z.B. Detektoren) selbst stilllegt oder
- der Eisansatz durch technische Maßnahmen (z.B. Rotorblattheizung) auf Dauer vermieden wird.

Im Bereich unter einer Anlage in einem eisgefährdeten Gebiet ist durch Hinweisschilder auf die Gefährdung aufmerksam zu machen.

5.3.3.2 Nicht besonders gefährdete Gebiete

Abstände größer als das Eineinhalbfache der Summe aus Nabenhöhe plus Rotor-durchmesser gelten im Allgemeinen in nicht besonders eisgefährdeten Regionen gem. DIN 1055-5: 1975-06, Abschnitt 6 als ausreichend (vgl. Anlage 2.7/10 Ziffer 2 der Liste der technischen Baubestimmung – RdErl. d. Ministeriums für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport vom 8.6.2005 – SMBl. NRW 2323).

Soweit die erforderlichen Abstände nicht eingehalten werden, gehört zu den Bauvorlagen – wie in eisgefährdeten Gebieten – eine gutachtliche Stellungnahme eines Sachverständigen gemäß Anlage 2.7/10 Ziffer 3.3 der Liste der Technischen Baubestimmungen.

5.3.4 Brandschutz

Nach § 68 Abs. 1 Satz 3 Nr. 2 BauO NRW ist jede bauliche Anlage, die höher als 30 m ist, ein Sonderbau i.S.d. § 54 BauO NRW. Für diese Sonderbauten ist ein Brandschutzkonzept bei der Genehmigungsbehörde einzureichen (§ 69 Abs. 1 Satz 2 BauO NRW). Das Brandschutzkonzept ist eine zielorientierte Gesamtbewertung des baulichen und abwehrenden Brandschutzes (§ 9 der Verordnung über bautechnische Prüfungen - BauPrüfVO). Nach Nr. 9 der Verwaltungsvorschriften zur BauPrüfVO muss das Konzept für ein konkretes Bauvorhaben die Angaben enthalten, die für seine Beurteilung erforderlich sind.

5.3.5 Beachtung technischer Vorschriften

Hinsichtlich der technischen Voraussetzungen wird auf den Runderlass des Ministeriums für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport vom 14.01.2005 – Az.: IIA3 - 408 – SMBl. NRW. 2323 – verwiesen, mit dem die Richtlinie für Windkraftanlagen „Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“ als Technische Baubestimmung nach § 3 Abs. 3 BauO NRW eingeführt wurde.

6 Überwachung

Nur die Überwachung des Immissionsschutzes gem. § 52 BImSchG (Lärm und Schattenwurf) obliegt den Staatlichen Umweltämtern und dem Staatlichen Amt für Umwelt- und Arbeitsschutz OWL (vgl. Nr. 24 des Gem. RdErl. v. 01.09.2000 „Verwaltungsvorschriften zum Bundes-Immissionsschutzgesetz“ – SMBl. NRW. 7129).

Die Bauaufsichtsbehörden sind daher gemäß § 61 BauO NRW bei Windkraftanlagen dafür zuständig, die Einhaltung der öffentlich-rechtlichen Vorschriften zu überwachen. Diese Zuständigkeit der Bauaufsichtsbehörden ist in § 61 BauO nämlich nicht daran geknüpft, dass sie zuvor die bauliche Anlage genehmigt haben, sie wird gemäß § 61 Abs. 1 Satz 3 nur durch vorrangige Zuständigkeiten anderer Behörden begrenzt.

7 Gebühren

7.1 Entscheidungen nach dem BImSchG

Für die Genehmigung sowie weiterer Entscheidungen nach dem BImSchG berechnen sich die Gebühren nach den Tarifstellen (TS) zu Nr. 15a des Allgemeinen Gebührentarifs (AGT) der Allgemeinen Verwaltungsgebührenordnung (AVwGebO NRW). Berechnungsgrundlage sind die Errichtungskosten, die sich aus den voraussichtlichen Gesamtkosten (einschließlich der Mehrwertsteuer) der Windkraftanlage oder derjenigen Anlagenteile ergeben, die nach der (Teil-, Änderungs-) Genehmi-

gung errichtet werden dürfen. Maßgeblich sind die voraussichtlichen Gesamtkosten im Zeitpunkt der Erteilung der Genehmigung, es sei denn diese sind niedriger als zum Zeitpunkt der Antragstellung. Nach TS 15a Nr. 1.1 des AGT der AVwGebO NRW ist mindestens die höchste Gebühr zu erheben, die für eine nach § 13 BImSchG eingeschlossene behördliche Entscheidung zu entrichten gewesen wäre, wenn diese selbständig erteilt worden wäre.

7.2 Gebühren für Baugenehmigung, Bauüberwachung und Bauzustandsbesichtigung, Prüfung des Standsicherheitsnachweises

Die Gebühren sind nach dem AGT der AVwGebO NRW) zu erheben, soweit nicht die Gemeinden Gebührenordnungen (Satzungen) mit abweichenden Gebührensätzen erlassen haben (§ 2 Abs. 3 Gebührengesetz – GebG NRW). Nach TS 2.4.1.4 Buchstabe b) des AGT der AVwGebO NRW berechnet sich die Gebühr für die Baugenehmigung einer Windkraftanlage, unabhängig von ihrer Höhe, mit 10 v. T. der Herstellungssumme. Von den veranschlagten (geschätzten) Herstellungskosten der gesamten Windkraftanlage ist auszugehen, weil sie insgesamt Gegenstand baurechtlicher Prüfungen ist (z. B. planungsrechtliche Zulässigkeit, Immissionsschutz, Abstandflächen, Naturschutz- und Landschaftspflege). Da die Herstellungskosten einer Windkraftanlage maßgeblich von einer technischen Ausstattung (z.B. Generator, Bremse, Kupplung, Welle, Nabe usw.) bestimmt werden, die selbst keiner bauaufsichtlichen Prüfung unterliegt, ist nach TS 2.1.3 Abs. 2 Satz 2 bei der Berechnung der Gebühren die Hälfte der Herstellungssumme zugrunde zu legen. Die TS 2.3.1 bleibt unberührt.

Die Gebühren für Amtshandlungen nach TS 2.4.10.1 ff. AGT (Bauüberwachung und Bauzustandsbesichtigung) sind unter Berücksichtigung der vorstehend ermittelten Genehmigungsgebühren [Gebühr nach TS 2.4.1.4 Buchst. b)] zu berechnen. Die Gebühren i.S.d. TS 2.4.8.1 (Prüfung des Standsicherheitsnachweises) und 2.4.8.4 (Prüfung von Konstruktionszeichnungen) sind nach TS 2.1.5.3 zu ermitteln, wobei die Herstellungssumme der Windkraftanlage zugrunde zu legen ist. Bei der Ermittlung der Herstellungssumme bleiben jedoch die Herstellungskosten der Windturbine unberücksichtigt, weil die Windturbine keiner bautechnischen Prüfungen hinsichtlich der Standsicherheit unterliegt (TS 2.1.3 Abs. 2 Satz 1). Die Herstellungssumme besteht

deshalb vorliegend nur aus den veranschlagten Kosten des Fundaments und des Turms der Windkraftanlage.

8 Abstände, Berücksichtigung von Spezialgesetzen und Beteiligung anderer Behörden

Die nachfolgenden Ausführungen sind bei der Planung (entsprechend dem jeweiligen Maßstab und Konkretisierungsgrad) und/oder bei der Genehmigung einzelner Anlagen zu beachten.

Genehmigungen nach dem BImSchG schließen gemäß § 13 BImSchG andere, die Anlage betreffende behördliche Entscheidungen mit Ausnahme wasserrechtlicher Erlaubnisse und Bewilligungen nach dem Wasserhaushaltsgesetz ein.

8.1 Abstände

8.1.1 Vorbeugender Immissionsschutz in der Planung

Bei der Ausweisung von Flächen für die Windenergienutzung sollten die Planungsträger Abstände in ihrer Größenordnung daran orientieren, dass sie im Hinblick auf den Immissionsschutz „auf der sicheren Seite“ liegen. Die Abstände können in Abhängigkeit von der Anlagenart, der Anlagenzahl und der Schutzwürdigkeit der betroffenen Gebiete (Richtwerte nach der TA Lärm) variieren.

So ergibt sich unter Berücksichtigung der Prognoseunsicherheit für Windkraftanlagen z.B. ein typischer Abstand von 1500 m für ein Windfeld bestehend aus 7 Windkraftanlagen der Zwei-Megawatt-Klasse zu einem reinen Wohngebiet (Richtwert 35 dB(A)). Ein derartiger Abstand kann auch bei allgemeinen Wohngebieten erforderlich werden, wenn größere Anlagenfelder und weitere Vorbelastungen vorliegen.

8.1.2 Freileitungen

Abstand zwischen dem äußersten ruhenden Leiter einer Freileitung und dem nächstgelegenen Punkt der Rotorfläche (Rotorblattspitze) einer Windkraftanlage:

- Freileitungen mit Nennspannungen ab 30 kV (110 kV-Gestänge)
 ohne Schwingungsmaßnahmen: dreifacher Rotordurchmesser,
 mit Schwingungsmaßnahme: einfacher Rotordurchmesser.
 Aufwendungen für Schwingungsschutzmaßnahmen (Dämpfungseinrichtungen)
 sind nach dem Verursacherprinzip zu tragen.
- Für Freileitungen mit Nennspannungen unter 30 kV (Mittelspannungsgestänge)
 können geringere Abstände vereinbart werden, wenn sichergestellt ist, dass die
 Freileitung außerhalb der Nachlaufströmung der Windkraftanlage liegt.
- Für Freileitungen mit Nennspannungen von 30 kV ist der Abstand abhängig von
 der Bauart der Freileitung, einem typischen 110 kV- oder Mittelspannungsge-
 stänge.

Für Freileitungen aller Spannungsebenen gilt, dass bei ungünstiger Stellung des Rotor die Blattspitze nicht in den Schutzstreifen der Freileitung ragen darf.

8.1.3 Technische Anlagen

Abstände zwischen anderen technischen Anlagen und dem nächstgelegenen Punkt der Rotorflächen (Rotorblattspitze) der Windkraftanlage (WKA):

- Sendeanlagen: Höhe der höheren Anlage (bei WKA einschließl. Rotorradius),
- Richtfunkstrecken: kein Teil der WKA darf die Funkstrecke unterbrechen.

8.1.4 Naturschutzrechtlich bedeutsame Gebiete

Abstände zwischen naturschutzrechtlich bedeutsamen Gebieten und dem nächstgelegenen Punkt der Rotorflächen (Rotorblattspitze) der Windkraftanlage als Pufferzone:

- Nationalparke, Naturschutzgebiete, FFH-Gebiete,
 Biotop gemäß § 62 LG 200 m
- sofern sie insbesondere dem Schutz bedrohter
 Vogelarten dienen sowie bei international bedeutsamen
 Feuchtgebieten gemäß RAMSAR-Konvention und
 Europäischen Vogelschutzgebieten 500 m
- Wald (insbes. wegen Brandschutz vgl. Nr. 5.3.4) Höhe der Anlage

8.1.5 Abstände der Windkraftanlagen untereinander

Zur optimalen Ausnutzung des Windes wird empfohlen, in einem Winkelbereich von +/- 30° zur Achse der Hauptwindrichtung vor den benachbarten Windkraftanlagen das Achtfache ihres Rotordurchmessers als Abstand einzuhalten; in allen übrigen Windrichtungen das Vierfache des Rotordurchmessers. Im Bereich des Übergangs von Haupt- und Nebenwindrichtung soll der Abstand mindestens das Vierfache des Rotordurchmessers zur Achse der Hauptwindrichtung betragen. Die Hauptwindrichtung ist aus meteorologischen Daten oder speziellen Standortgutachten zu bestimmen.

8.2 Berücksichtigung von Spezialgesetzen und Beteiligung anderer Behörden

8.2.1 Naturschutz, Landschaftspflege, Wald

8.2.1.1 Allgemeines

Windkraftanlagen sind so zu planen und zu errichten, dass vermeidbare Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft unterlassen werden. Wird eine Anlage genehmigt, ist die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung auch hinsichtlich der Kompensationspflichten (Ausgleich/Ersatz) zu beachten. Auf § 1a BauGB, § 21 BNatSchG, §§ 4 bis 6 LG sowie auf das Schutzregime der §§ 42, 43 BNatSchG (Artenschutz) wird verwiesen.

8.2.1.2 Tabuflächen

Wegen ihrer besonderen Schutzbedürftigkeit kommen die nachfolgend aufgeführten Bereiche als Standorte für Windkraftanlagen nicht in Betracht:

- Nationalparke,
- festgesetzte, ausgewiesene oder einstweilig sichergestellte Naturschutzgebiete, Naturdenkmale und geschützte Landschaftsbestandteile,
- gesetzlich geschützte Landschaftsbestandteile und Biotop gemäß §§ 47 und 62 LG,

- international bedeutsame Feuchtgebiete gemäß RAMSAR-Konvention sowie Europäische Vogelschutzgebiete,
- FFH-Gebiete,
- nachgewiesene avifaunistisch bedeutsame Rast-, Nahrungs-, Mauser- und Brutplätze sowie Zugbahnen und Flugkorridore,
- Wald.

Gesetzliche Ausnahmetatbestände bleiben unberührt. Hinsichtlich der Abstände wird auf Nr. 8.1.4 verwiesen.

8.2.1.3 Landschaftsschutzgebiete

Kernvorschrift einer Landschaftsschutzgebietsausweisung ist regelmäßig ein Bauverbot. Dies gilt grundsätzlich auch für Windkraftanlagen, es sei denn, es sind innerhalb von Flächen für die Windenergienutzung entsprechende Ausnahmetatbestände in die Landschaftsschutzverordnung aufgenommen bzw. im Landschaftsplan festgesetzt worden.

Eine Ausweisung von Flächen für die Windenergienutzung in Landschaftsschutzgebieten kommt nur in Teilbereichen großräumiger Landschaftsschutzgebiete mit einer im Einzelfall weniger hochwertigen Funktion für den Naturschutz und die Landschaftspflege sowie die landschaftsorientierte Erholung in Betracht, soweit die Vereinbarkeit mit der Schutzfunktion des Landschaftsschutzgebietes insgesamt gegeben ist. Bei der Darstellung von Konzentrationszonen im Flächennutzungsplan (Nr. 3.3.1) ist es im Hinblick auf die Genehmigungsfähigkeit des Flächennutzungsplans nach § 6 Abs. 2 BauGB erforderlich, dass vor der Genehmigung des Flächennutzungsplans die zuständige Landschaftsbehörde bzw. der Träger der Landschaftsplanung nach § 34 Abs. 4a LG den entsprechenden Ausnahmetatbestand nach Art und Umfang in die Landschaftsschutzverordnung aufgenommen bzw. im Landschaftsplan festgesetzt hat.

Ist eine Ausweisung von Flächen für die Windenergienutzung nicht erfolgt, ist stets die Erteilung einer Befreiung nach § 69 LG erforderlich. Für die Erteilung einer Befreiung gelten die Grundsätze für die Ausweisung von Flächen für die Windenergie-

nutzung entsprechend. Sie ist nur im Einzelfall bei einer Vereinbarkeit mit der Schutzfunktion des Landschaftsschutzgebietes möglich.

8.2.1.4 Bauverbot an Gewässern

Außerhalb der im Zusammenhang bebauten Ortsteile besteht an Gewässern erster Ordnung sowie an stehenden Gewässern mit einer Fläche von mehr als 5 ha in einem Abstand von 50 m ein Bauverbot, von dem die höhere Landschaftsbehörde im Einzelfall eine Ausnahmegenehmigung erteilen kann (§ 57 LG). Das Bauverbot besteht nicht für Vorhaben, die den Festsetzungen eines Bebauungsplanes entsprechen, der mit Zustimmung der unteren Landschaftsbehörde zustande gekommen ist.

8.2.2 Wasserwirtschaft

In den Schutzzonen I, II und IIIa von Wassergewinnungsanlagen und von Heilquellenschutzgebieten gem. § 19 Wasserhaushaltsgesetz (WHG), §§ 14, 16 Landeswassergesetz (LWG) kommt die Errichtung von Windkraftanlagen in der Regel nicht in Betracht. Im Einzelfall ist zu prüfen, ob das Vorhaben mit den Schutzbestimmungen für die Schutzzone nach der jeweiligen Wasserschutzgebietsverordnung in Einklang steht. Verunreinigungen und sonstige Beeinträchtigungen des Wassers dürfen nicht zu besorgen sein.

In Überschwemmungsgebieten nach § 31b Abs. 1 WHG ist nach § 113 Abs. 1 LWG das Errichten von Windkraftanlagen grundsätzlich verboten. Befreiungen von diesem Verbot können bei Vorliegen der gesetzlichen Befreiungstatbestände (§ 113 Abs. 2 LWG) erteilt werden. Es sind die unmittelbar geltenden Regelungen des § 31b Abs. 4 Satz 4 WHG über die Genehmigungsfähigkeit der Errichtung und Erweiterung einer baulichen Anlage im Überschwemmungsgebiet zu beachten. Daher darf nur eine Ausnahme vom Bauverbot erteilt werden, wenn die Voraussetzungen des § 31b Abs. 4 Satz 4 WHG vorliegen.

8.2.3 Denkmalschutz

Nach § 9 i.V.m. § 21 Denkmalschutzgesetz (DSchG) ist die Errichtung von Windkraftanlagen in der engeren Umgebung von Baudenkmalern und ortsfesten Bodendenkmälern oder an bzw. auf ihnen erlaubnispflichtig. Die Erlaubnis der unteren Denkmalbehörde ergeht im Benehmen mit dem Amt für Denkmalpflege oder Bodendenkmalpflege beim Landschaftsverband (vgl. Sonderregelung für das Stadtgebiet Köln gemäß § 22 Abs. 5 DSchG). Denkmäler sind auch vor mittelbaren Beeinträchtigungen durch Vorhaben in der Umgebung (ca. 1000 m) geschützt, bei der Beurteilung der Beeinträchtigung kommt es auf das Urteil eines sachverständigen Betrachters an (OVG NRW, Urt. v. 6.2.1992 – 11 A 2313/89). Die Erlaubnis ist nur zu erteilen, wenn Gründe des Denkmalschutzes nicht entgegenstehen oder ein überwiegendes öffentliches Interesse die Maßnahme verlangt (§ 9 Abs. 2 DSchG).

Gründe des Denkmalschutzes stehen einem Vorhaben entgegen, wenn es Belange des Denkmalschutzes mehr als nur geringfügig beeinträchtigt und die Versagung der Erlaubnis zu den sich daraus ergebenden wirtschaftlichen Auswirkungen und privaten Betroffenheiten nicht außer Verhältnis steht (OVG NRW, Urt. v. 4.12.1991 – 7 A 1113/90 – OVGE 42,235). Ein überwiegendes öffentliches Interesse könnte z.B. vorliegen, wenn die geplante Fläche in der Umgebung des Denkmals die einzige Möglichkeit einer Gemeinde ist, eine Konzentrationszone auszuweisen.

Die für die Genehmigung der Windkraftanlage zuständige Behörde hat die Belange des Denkmalschutzes und der Denkmalpflege in angemessener Weise zu berücksichtigen (§ 9 Abs. 3 Satz 1 DSchG), d.h. der Denkmalschutz hat den gleichen Stellenwert und die gleiche Bedeutung wie bei einem gesonderten denkmalschutzrechtlichen Verfahren (OVG NRW, Urt. v. 18.5.1984 – 11 A 1776/83 – OVGE 37, 124). Die Erlaubnis der Denkmalbehörde kann auch gesondert beantragt werden (§ 9 Abs. 3 Satz 2 DSchG).

8.2.4 Straßenrecht

Nach § 9 Bundesfernstraßengesetz und § 25 Straßen- und Wegegesetz des Landes Nordrhein-Westfalen gelten innerhalb bestimmter Entfernungen zu Bundesautobahnen, Landes- und Kreisstraßen Anbauverbote und -beschränkungen. Im Bereich der Anbaubeschränkungen bedarf die Erteilung einer Bau- oder immissionsschutzrechtli-

chen Genehmigung der Zustimmung der zuständigen Straßenbaubehörde, von Anbauverboten können im Einzelfall Ausnahmen erteilt werden. Hinsichtlich des Verfahrens wird auf den Gem. RdErl. des Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Technologie und Verkehr und des Ministeriums für Bauen und Wohnen vom 04.02.1997 (SMBl. NRW. 911) über die Zusammenarbeit der Straßenbaubehörden und der Bauaufsichtsbehörden bei Anbauvorhaben an Straßen des überörtlichen Verkehrs (Anbauerlass) verwiesen.

Wegen der für den schnellen Straßenverkehr von Windkraftanlagen ausgehenden Gefahren (z.B. Brand, Eiswurf) wird empfohlen, von klassifizierten Straßen Abstände gemäß Nr. 5.3.3.2 einzuhalten, soweit eine Gefährdung der öffentlichen Sicherheit nicht auf andere Weise auszuschließen ist.

8.2.5 Luftverkehrsrecht

Baubeschränkungen ergeben sich nach den §§ 12 - 18a Luftverkehrsgesetz (LuftVG) nicht nur innerhalb festgesetzter Bauschutzbereiche gem. §§ 12 und 17 LuftVG, sondern auch sonst in der Umgebung von Flugplätzen. Anlagen mit einer Bauhöhe von mehr als 100 m über Grund gemäß § 14 LuftVG bedürfen der vorherigen Zustimmung der Luftfahrtbehörden. Das gleiche gilt für Anlagen von mehr als 30 m Höhe auf natürlichen oder künstlichen Bodenerhebungen, sofern die Spitze dieser Anlage um mehr als 100 m die Höhe der höchsten Bodenerhebung im Umkreis von 1,6 km im Halbmesser um die für die Anlage vorgesehene Bodenerhebung überragt. Im Umkreis von 10 km Halbmesser um einen Flughafenbezugspunkt gilt als Höhe der höchsten Bodenerhebung die Höhe des Flughafenbezugspunktes.

Auf den Gem. RdErl. v. 05.07.2004 „Zusammenarbeit der Genehmigungsbehörden mit den zivilen/militärischen Luftfahrtbehörden im Genehmigungsverfahren von Windkraftanlagen“ wird verwiesen.

Die allgemeinen baurechtlichen Vorschriften, zu denen auch das Gebot gehört, mit Vorhaben im Außenbereich auf den luftverkehrsrechtlich genehmigten Betrieb eines Segelfluggeländes Rücksicht zu nehmen, werden nicht durch vorrangige Regelungen

des Luftverkehrsgesetzes verdrängt (BVerwG, Urt. v. 18.11.2004 – 4 C 1.04 – ZfBR 2005,275).

Für die Überwachung der Einhaltung der Luftverkehrssicherheit sind gemäß § 61 BauO NRW die Bauaufsichtsbehörden zuständig.

8.2.6 Wasserstraßenrecht

Nach § 31 Abs. 1 Nr. 2 Bundeswasserstraßengesetz (WaStrG) bedarf die Errichtung, die Veränderung und der Betrieb von Anlagen am Ufer einer Bundeswasserstraße einer strom- und schiffahrtspolizeilichen Genehmigung, wenn durch die beabsichtigte Maßnahme eine Beeinträchtigung des für die Schifffahrt erforderlichen Zustandes der Bundeswasserstraßen oder der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs zu erwarten ist. Windkraftanlagen am Ufer einer Bundeswasserstraße sind daher gemäß § 31 Abs. 2 WaStrG dem Wasser- und Schifffahrtsamt anzuzeigen.

8.2.7 Militärische Anlagen

Nach § 3 Schutzbereichgesetz ist für die Errichtung, Änderung oder Beseitigung von baulichen oder anderen Anlagen innerhalb der Schutzbereiche die Genehmigung der Schutzbereichsbehörden (Wehrbereichsverwaltung) erforderlich. Im Übrigen wird auf den Gem. RdErl. v. 05.07.2004 „Zusammenarbeit der Genehmigungsbehörden mit den zivilen/militärischen Luftfahrtbehörden im Genehmigungsverfahren von Windkraftanlagen“ verwiesen.

9 Aufhebung des Gem. RdErl. v. 3.5.2002

Der Gemeinsame Runderlass des Ministeriums für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport, des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, des Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr und der Staatskanzlei vom 3.5.2002 – Windenergie-Erlass - WEA-Erl. – (MBI. NRW. 2002 S. 742/SMBI. NRW. 2310) wird aufgehoben.

Eiskalte Zukunft

Der Generator ist groß wie ein Kleinwagen und surrt fast lautlos. Dabei hat er mächtig was drauf: Vier Megawatt Strom erzeugt er – genug, um mehrere Hundert Haushalte mit Elektrizität zu versorgen. Das Gerät ist der ganze Stolz seiner Konstrukteure am Siemens-Standort Nürnberg. Das kompakte Kraftpaket, begeistert sich Mitentwickler Heinz-Werner Neumüller, „ist um ein Drittel kleiner und leichter als vergleichbare Aggregate und reduziert die Energieverluste um mehr als die Hälfte“. Das Geheimnis hinter dem Leistungssprung steckt in den supraleitenden Spulen des Rotors, dem Herzstück des Generators.

Supraleiter? Was nach Grundlagenforschung und schrecklich trockenem Physikunterricht klingt, ist einer der aufregendsten Effekte in der Natur: Kühlt man bestimmte Elemente und Verbindungen auf sehr tiefe Minusgrade herunter, verlieren sie schlagartig ihren elektrischen Widerstand. Die Elektronen im Inneren rasen ungehemmt dahin – Strom fließt praktisch verlustfrei. Eine Wärmeentwicklung wie im Heizdraht des Toasters gibt es nicht. Mehr noch: Supraleiter nehmen bei gleichem Durchmesser sehr viel mehr Strom auf, ihre Stromdichte, wie das heißt, ist etwa 100-mal größer als beim Kupfer in herkömmlichen Generatoren.

Das 1911 entdeckte Phänomen verzauberte die Forscherwelt. Ein zweiter Rausch folgte, als Physiker im Frühjahr 1987 am Schweizer IBM-Forschungslabor in Rüschlikon Kupferoxid-Verbindungen fanden, die schon bei Temperaturen oberhalb von minus 180 Grad supraleitend werden. Vorher lag die Grenze bei weit unter minus 200 Grad. Es war die Geburtsstunde der sogenannten Hochtemperatur-Supraleitungen (HTSL). Einer der Entdecker war der Deut-

Eine neue Generation
Supraleiter
ermöglicht den Bau
erheblich leistungs-
fähigerer Chips,
Schiffsantriebe und
Stromnetze. Deut-
sche Unternehmen
haben gute Chancen
auf dem hart
umkämpften Markt.



Generator von American Superconductor
Mit 36 Megawatt Leistung der weltgrößte
Stromerzeuger mit Supraleitungen

sche Georg Bednorz, der dafür im gleichen Jahr den Nobelpreis erhielt.

Doch erst jetzt ist die Zeit wirklich reif für die eiskalte Technik. Der Grund: Erstmals stehen Materialien bereit, die billig und in großen Mengen herzustellen sind. Damit ist die Voraussetzung geschaffen für industrielle Anwendungen im großen Stil. Das Spektrum reicht von schnellen Computerchips bis hin zu noch leistungsfähigeren Elektromotoren und Stromnetzen.

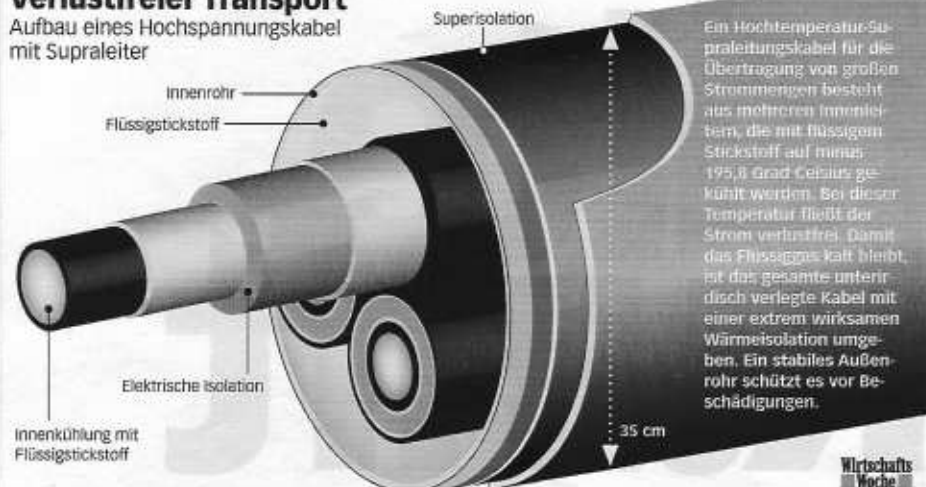
Experten von Conectus, einem Zusammenschluss europäischer Unternehmen, die Supraleiter entwickeln und einsetzen, schätzen den Weltmarkt 2010 auf mehr als 6,2 Milliarden Euro; 2005 wurden knapp vier Milliarden Euro umgesetzt. „Supraleiter sind eine Schlüsseltechnologie dieses Jahrhunderts“, bekräftigt der Conectus-Vorsitzende Heinz-Werner Neumüller, bei Siemens verantwortlich für das Thema. „Die kommenden fünf Jahre werden aufregend, weil viele Neuentwicklungen jetzt reif für die Praxis sind.“

Die Wundermaterialien sollen bestehenden Produkten zu ganz neuen Stärken verhelfen, wie das Beispiel des Siemens-Generators zeigt. Weist der Prototyp bei abschließenden Tests keine größeren Schwächen mehr auf, geht er bald auf große Fahrt: im Bauch eines vollelektrischen (VE) Schiffs. In VE-Schiffen treiben mehrere Elektromotoren und nicht mehr ein großer Schiffsdiesel die Propeller an. Der Siemens-Generator soll sie mit dem nötigen Strom versorgen – weitaus effektiver als mit bisherigen Generatoren ohne supraleitende Materialien.

Der Elektroantrieb spart im Schiffsrumpf enorm Platz, weil kleinere Dieselmotoren ausreichen und die mächtigen Antriebswellen wegfallen. Stattdessen entsteht »

Verlustfreier Transport

Aufbau eines Hochspannungskabel mit Supraleiter



Ein Hochtemperatur-Supraleitungskabel für die Übertragung von großen Strommengen besteht aus mehreren Innenleitern, die mit flüssigem Stickstoff auf minus 195,8 Grad Celsius gekühlt werden. Bei dieser Temperatur fließt der Strom verlustfrei. Damit das Flüssiggas kalt bleibt, ist das gesamte unterirdisch verlegte Kabel mit einer extrem wirksamen Wärmeisolation umgeben. Ein stabiles Außenrohr schützt es vor Beschädigungen.

WirtschaftsWoche

Raum für Kabinen und Ladung. Die leisen elektrischen Antriebe, die zugleich Strom für Hotellerie, Küche und Bordvergnügen liefern, sind bei Kreuzfahrtschiffen und in großen Privatyachten en vogue.

Den mit 36 Megawatt Leistung weltweit größten Generator mit Supraleitungen hat das Unternehmen American Superconductor aus Westborough im US-Bundesstaat Massachusetts jüngst vorgestellt. Er schafft 50 000 PS und soll spätestens zum Ende des Jahrzehnts die VE-Schiffe der US-Marine antreiben. Siemens arbeitet an einem Vier-Megawatt-HTSL-Schiffsmotor. Ein erster Prototyp soll 2009 fertig sein.

Nach Antrieben und Generatoren

sind tiefgekühlte HTSL-Stromkabel das zweitwichtigste Einsatzgebiet der nahen Zukunft. „Sie sind ideal, um große Mengen Strom verlustfrei über weite Strecken zu transportieren“, sagt Han Zhenghe, der Leiter des Zentrums für Angewandte Supraleiterforschung an der Tsinghua-Universität in Peking.

China gehört zu den Vorreitern beim Einsatz der Superkabel. Das Land steht vor der großen Aufgabe, die Westregionen elektrisch an den industrialisierten Osten anzubinden. Bis 2010 soll die Übertragungskapazität jährlich um 100 Gigawatt wachsen, das entspricht der Leistung von etwa 100 mittelgroßen Kraftwerken. Han: „Natürlich wird ein Großteil aus Kostengründen noch über herkömmliche Überlandleitungen transportiert werden, aber an Schlüsselstellen werden HTSL-Kabel den Stromtransport unterstützen.“ Der Forscher erwartet davon vor allem einen besseren Schutz des Stromnetzes vor Ausfällen.

Auch die USA wollen ihr anfälliges Stromnetz mit HTSL-Materialien gegen Blackouts wie zuletzt 2003 wappnen, als der



HTSL-Draht von Trithor Extrem dünn und leitfähig, aber auch noch sehr teuer

gesamte Nordosten des Landes zum Teil über Tage ohne Elektrizität dastand. Die betagten Kabeltrassen können den wachsenden Bedarf kaum noch decken, bis zu zehn Prozent des Stroms gehen während des Transports verloren. Drei HTSL-Projekte wurden in den vergangenen drei Jahren angeschoben. Ein 350 Meter langes Kabel ging im vergangenen Juli in der Stadt Albany im US-Bundesstaat New York nach einem erfolgreichen Probetrieb endgültig ans Netz. Es wird mit flüssigem Stickstoff gekühlt und verbindet zwei kleinere Verteilernetze miteinander (siehe Grafik). Lieferant war der Sumitomo-Konzern.

„Die Zeit der Grundlagenforschung ist vorbei“, sagt Jens Müller, Geschäftsführer des deutschen Supraleiterherstellers Trithor in Rheinbach, „der nächste Schritt ist der Aufbau von Produktionskapazitäten.“ Die liegen derzeit nur bei wenigen Hundert Meter Draht pro Jahr weltweit, für einen großflächigen Einsatz werden aber vermutlich Tausende Kilometer gebraucht. Müller: „Entsprechend große Maschinen werden gerade gebaut, getestet und eingefahren.“

Weltrekordhalter ist momentan die US-Firma IGC SuperPower mit einem extrem dünnen und leitfähigen Draht. In fünf Jahren werde laut Müller HTSL-Draht in ausreichenden Mengen zur Verfügung stehen.

Eine weitere Hürde ist der Preis. HTSL-Draht der ersten Generation – eine Mischung aus Wismut, Strontium, Kalzium und Kupferoxid – kostet gegenwärtig etwa 120 Euro pro Kilo-Ampere-meter. Die ungewöhnliche Einheit besagt, was ein Meter Kabel kostet, durch das 1000 Ampere Strom fließen können. Ein gleichwertiges konventionelles Kupferkabel ist schon für 40 bis 50 Euro zu haben. Die brauchen außerdem nicht permanent mit flüssigem Stickstoff auf frostige Temperaturen gekühlt zu werden.

Wissenschaftler eines von der EU mit vier Millionen Euro geförderten Forschungsprojekts sind jedoch zuversichtlich, das Kosten-Nutzen-Verhältnis deutlich zu verbessern. Sie betten dazu in die HTSL-Leiter gezielt Verunreinigungen von wenigen Nanometer Durchmesser (milliardstel Meter) ein. Damit verzehnfachen sie die Stromtragfähigkeit der Hochtemperatur-Supraleiter noch einmal. In den kommenden vier Jahren soll das Verfahren perfektioniert werden. „Damit wird man künftige HTSL-Motoren und -Generatoren noch kompakter und kleiner bauen können“, sagt der Projektkoordinator und Supraleiterexperte Bernhard Holzapfel vom Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung in Dresden.

Wo Supraleiter einzigartige Vorteile mitbringen und konkurrenzlos sind, spielt der Preis nur eine untergeordnete Rolle, etwa bei Strombegrenzern. Kracht irgendwo ein Baum in eine Überlandleitung, fangen sie ähnlich der Sicherung im heimischen Keller den Stromstoß ab, ohne dass Bauteile im Stromnetz, zum Beispiel die bis zu vier Millionen Euro teuren Transformatoren, Schaden nehmen. Der Trick: Durch die Stromspitze erwärmt sich der tiefgekühlte Strombegrenzer und verliert in Sekundenbruchteilen seine supraleitenden Eigenschaften: Er wird zum Widerstand und verhindert Kurzschlüsse und Überspannungen. Anders als herkömmliche Sicherheitseinrichtungen wird das Gerät dabei aber nicht zerstört. Sobald es wieder auf Betriebstemperatur abgekühlt ist, übernimmt es erneut seine Wächterfunktion. Strombegrenzer sind deshalb ein erster Schritt hin zu sogenannten „selbstheilenden Netzen“, in denen der Strom nicht mehr ausfallen kann.

Ihre Bedeutung wächst mit der Zunahme dezentraler Kraftwerke. Je mehr Biogasanlagen, Solarzellen und Windräder Elektrizität in die Netze einspeisen, desto auf- »

wendiger wird die Vernetzung und desto größer wird wegen des schwankenden Angebots die Gefahr eines Kurzschlusses. Im nordrhein-westfälischen Netphen bei Siegen haben RWE und Nexans erstmals einen HTSL-Strombegrenzer in einem 10 000-Volt-Netz ein Jahr erfolgreich getestet. Joachim Bock, Geschäftsführer des Supraleiter-Herstellers Nexans aus Hürth bei Köln. „Damit ist bewiesen, dass die Technik zuverlässig arbeitet.“

Konkurrent Trithor hat ein anderes Feld gefunden, in dem Supraleiter unschlagbar sind. Das Unternehmen baut seine HTSL-Drähte in Induktionsöfen ein, in denen kreisrunde Magnete Stahlblöcke durch berührungslos induzierte Ströme so lange erhitzen, bis das Metall weich genug ist, um es zu Röhren und Schienen zu formen. Ein solcher HTSL-Induktionsofen kostet mit rund 1,5 Millionen Euro genauso viel wie eine konventionelle Anlage, spart dank der Supraleitung jährlich aber etwa 250 000 Euro Stromkosten.

Am weitesten in die Zukunft weist die Entwicklung von tiefgekühlten HTSL-Computerchips, die vor allem japanische Forschergruppen vorantreiben. Ihr Ansatz: Die stete Leistungssteigerung bei den klassischen Siliziumbauteilen wird in naher Zukunft an Grenzen stoßen, allein schon wegen der enormen Hitzeentwicklung der immer dichter gepackten Transistoren. Shoji Tanaka, einer der erfahrensten Supraleiterforscher der Welt, sieht in tiefgekühlten Elektronen-Autobahnen den Ausweg. „Die HTSL-Chips werden extrem klein, leicht und zugleich energiesparend sein“, sagt er. Inzwischen existieren in Japan erste Prototypen solcher Chips. Sie überwachen in Großschlachtereien die Qualität des Fleisches in Kühlhäusern.

Das ganze Spektrum möglicher Einsatzgebiete für Supraleitungen ist noch nicht absehbar. Inzwischen wurden in Kläranlagen schon Filter installiert, in denen HTSL-Magnete den Schmutz aus dem Abwasser ziehen. Hersteller wie Converteam denken daran, in ihre neuesten Windkraftanlagen HTSL-Magnete einzubauen. Sie würden das Gewicht der Gondel an der Spitze, die samt Getriebe und Rotor bis zu 450 Tonnen wiegt, um ein Drittel reduzieren und den Wirkungsgrad um das Drei- bis Vierfache erhöhen.

Siemens-Chefentwickler Neumüller traut der Technik zu, die Welt zu verändern: „Manche Anwendungen mögen noch visionär erscheinen oder in den Kinderschuhen stecken, aber ihr Potenzial ist enorm.“ ■

Noch Fragen? ► tim.schröder | technik@wiwo.de

„Die Vorteile sind überwältigend“

Herr Lauder, wie nah ist der Sprung der Hochtemperatur-Supraleiter in die industrielle Praxis wirklich?

Wir befinden uns an einem entscheidenden Punkt. Weltweit, vor allem in den USA, finden derzeit eine Vielzahl von Prototypen den Weg in Anwendungen. Bis 2010 gehen wir die letzten Entwicklungsschritte. Dabei werden Supraleiter erstmals mit existierenden Systemen und herkömmlicher Technik gekoppelt, beispielsweise bei der Integration von HTSL-Stromkabeln in die Elektrizitätsnetze. Mit jedem erfolgreichen Einsatz werden die Geldgeber noch tiefer in die Tasche greifen und die Entwicklung befähigen. Die Vorteile der Hochtemperatur-Supraleiter sind so überwältigend, dass sie sich rasch durchsetzen werden.

Welche sind die wichtigsten?

Ganz oben steht die Energieersparnis. Ein 36-Megawatt-HTSL-Schiffsmotor senkt die Treibstoffkosten bei einem großen Schiff jährlich um etwa 100 000 US-Dollar. Bei der Förderung und magnetischen Auftrennung des Minerals Kaolinit, einem sehr wichtigen Zusatzstoff für die Papierherstellung, reduzieren Supraleiter den Stromverbrauch um 95 Prozent. Denn das einmal aufgebaute tiefgekühlte Magnetfeld bleibt wegen des fehlenden elektrischen Widerstands im Supraleiter lange bestehen, während in eine übliche Kupferspule dafür ständig Strom hineingepumpt werden muss. Bei Tests in Hochgeschwindigkeitsrechnern haben sich supraleitende Chips mit einem Zehntel des bisherigen Strombedarfs begnügt.

Werden wir in Zukunft an Computern mit tiefgekühlten Chips arbeiten?

Der Privatmann sicher nicht. Aber in professionellen Anwendungen, wo extrem schnelle Rechenprozesse gefragt sind, könnten HTSL-Materialien künftig das Silizium ergänzen. Dass sie sich für die Informations- und Kommunikationstechnik

eignen, zeigen bereits heute die supraleitenden Filtersysteme, die in 6000 Mobilfunk-Basisstationen weltweit das Frequenzwirrwar ordnen und die Sprachqualität verbessern.

Welche anderen HTSL-Anwendungen sind bereits heute konkurrenzfähig?

Supraleiter setzen sich am schnellsten da durch, wo sie technisch einzigartig sind, zum Beispiel beim Aufbau eines stabilen Magnetfelds in einem Kernspintomografen. Zumindest die Ministerien hier in den USA haben verstanden, dass es sich lohnt, in Leitprodukte wie einen supraleitenden

Elektromotor für Schiffe zu investieren, weil sich die gewonnenen Erkenntnisse anschließend sehr leicht in eine Vielzahl anderer kommerzieller Anwendungen übertragen lassen. Motto: einmal zahlen, vielfach nutzen! Wichtig ist allerdings, dass der Staat höchstens die Hälfte der Projektkosten trägt, damit für die Unternehmen der Druck bleibt, die Entwicklung schnell und in hoher Qualität voranzubringen.

Wie schätzen Sie die Position Deutschlands ein?

Ich habe den Eindruck, dass es bei Ihnen, anders als hier in den USA, keine echte Lobby für diese Zukunftstechnik gibt. Von daher sehe ich die Gefahr, dass Deutschland seine starke Position in der Grundlagenforschung nicht für Anwendungen nutzen kann. Wir gehen in den USA gezielt auf die Repräsentanten

der einzelnen Bundesstaaten zu, erklären ihnen die Vorteile der Technologie an konkreten Beispielen aus ihrem Entscheidungsbereich. Zu großen Kongressen laden wir gezielt die Öffentlichkeit und insbesondere Studenten technischer Studiengänge ein, um sie für die fantastischen Möglichkeiten von supraleitenden Materialien zu faszinieren. Den wissenschaftlichen Nachwuchs zu begeistern, das ist unsere wichtigste Aufgabe zurzeit.

tim.schröder | technik@wiwo.de



Lauder, 65, gilt als der weltweit führende Experte für Supraleitungen. Er leitete 35 Jahre lang die Abteilung Superconductivity des US-Chemieriesen DuPont. Lauder ist heute als Unternehmensberater tätig und Präsident einer Industrievereinigung, die kommerzielle Anwendungen von Supraleitern fördert.

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM
BADEN-WÜRTTEMBERG

Postfach 10 34 51 70029 Stuttgart
E-Mail: poststelle@wm.bwl.de
FAX: 0711 123-2474

Verband Region Stuttgart

Regionalverbände
- nach Verteiler -

Regierungspräsidien
Stuttgart
Karlsruhe
Freiburg
Tübingen

BMA Geislingen an der Steige

19. Sep. 2005

An

33

zR-zE-zU
zS-zErl-ZSt
zK-zA-bA-zB
Wv

Stuttgart 13.09.2005
Durchwahl 0711 123- 2218
Name Henrike Jacob
Aktenzeichen 5R-458/2
(Bitte bei Antwort angeben)

nachrichtlich

Staatsministerium

Innenministerium

Ministerium für Ernährung und
Ländlichen Raum

Umweltministerium

Raumordnungsverband Rhein-Neckar

Städtetag Baden-Württemberg
Relenbergstraße 12

70174 Stuttgart

Gemeindetag Baden-Württemberg
Panoramastraße 33

70174 Stuttgart

Landkreistag Baden-Württemberg
Panoramastraße 37

70174 Stuttgart

Wehrbereichsverwaltung Süd
Postfach 10 52 61

70045 Stuttgart

STÄDTETAG BADEN-WÜRTTEMBERG

Mitgliedstädte
zur Kenntnisnahme

14.09.2005 - Az. 612.4 - R 9638/2005 - M/T -
Dezernent: Gerhard Mauch - Telefon 0711/22921-22
Mailadresse gerhard.mauch@staedtetag-bw.de

*Ø 2.2 KGE
erh. 19.09.05
OS.*

Hinweise für die Festlegung von Vorranggebieten für regionalbedeutsame Windkraftanlagen mit regionsweiter außergebietlicher Ausschlusswirkung

Schreiben des Wirtschaftsministeriums vom 17.10.2003, Az.: 5R-458/2

Sehr geehrte Damen und Herren,

das Wirtschaftsministerium hat im Oktober 2003 "Hinweise für die Festlegung von Vorranggebieten für regionalbedeutsame Windkraftanlagen mit regionsweiter außergebietlicher Ausschlusswirkung" an die Regionalverbände des Landes herausgegeben. In diesem Zusammenhang werden auch Ausschlusskriterien für die Errichtung von Windkraftanlagen angeführt. Die Ausschlusskriterien umfassen rechtlich festgelegte und planerisch zwingende Belange, die eine Errichtung von Windkraftanlagen grundsätzlich nicht zulassen.

Die Hinweise, die Empfehlungscharakter besitzen, behandeln militärische Nachttiefflugstrecken bisher als Ausschlusskriterium. Die Wehrbereichsverwaltung Süd in Stuttgart hat, nunmehr u. a. im Rahmen der Beteiligung des Bundes als Träger öffentlicher Belange zur Teilfortschreibung des Regionalplans Donau-Iller, mitgeteilt, dass Standorte für Windkraftanlagen, die sich innerhalb von Streckenabschnitten des militärischen Nachttiefflugsystems befinden, nicht grundsätzlich abgelehnt werden. Die Einhaltung von Mindestsicherheitsabständen vom Hindernis zum Flugzeug wird als ausreichend angesehen.

In dem Schreiben wird aber außerdem darauf hingewiesen, dass innerhalb von Tiefflugübungsstrecken einer Festlegung von Vorranggebieten nicht zugestimmt werden kann.

Das Wirtschaftsministerium hat auf diese Mitteilung hin die Wehrbereichsverwaltung um eine allgemeingültige Stellungnahme dazu gebeten, wie restriktiv Nachttiefflugstrecken einerseits und Tiefflugübungsstrecken andererseits im Rahmen der Festlegung von Vorrang- und Ausschlussgebieten für Windkraftanlagen zu handhaben sind. Dieser Bitte ist die Wehrbereichsverwaltung mit Schreiben vom 01. September 2005 nachgekommen.

Demnach lässt sich zusammenfassend festhalten:

- Nachttiefflugstrecken sind nicht als pauschales Ausschluss-, sondern als Abwägungskriterium in die Planung für Vorrangstandorte mit einzubeziehen. Eine Festlegung von Vorranggebieten innerhalb von Nachttiefflugstrecken ist möglich, wenn die bei der Wehrbereichsverwaltung (für jede Region) abzufragenden Mindestsicherheitsabstände zu den Windkraftanlagen eingehalten werden.
- Im Gegensatz dazu sind Tiefflugübungsstrecken als Ausschlusskriterium in die Planungen einzubeziehen.

Ungeachtet dieser pauschalen Festlegung ist die Wehrbereichsverwaltung weiterhin als Träger öffentlicher Belange zu jedem einzelnen Verfahren anzuhören.

Im Folgenden werden ergänzend die weiteren Ausführungen der Wehrbereichsverwaltung zu Nachttiefflugstrecken und Tiefflugübungsstrecken wiedergegeben.

Nachttiefflugstrecken

Das militärische Nachttiefflugsystem erstreckt sich über das gesamte Bundesgebiet und ist für Strahlenflugzeuge vorgesehen.

Für jeden Streckenabschnitt des militärischen Nachttiefflugsystems ist eine Mindestflughöhe (Streckenflughöhe) festgelegt. Innerhalb des jeweiligen Streckenabschnitts ist eine Hindernisfreiheit von 1.000 Fuß zur festgelegten Streckenflughöhe in einem Sicherheitskorridor von 5 Seemeilen (ca. 10 km) rechts und links der Streckenmittellinie sicherzustellen.

Nachttiefflugstrecken sind demnach nicht als pauschales Ausschlusskriterium zu werten, da einer Festlegung von Vorranggebieten für regionalbedeutsame Windkraftanlagen bzw. der Errichtung von Windkraftanlagen durch die Bundeswehr dann zugestimmt werden kann, wenn die Gesamtbauhöhe der Anlagen die für den jeweiligen Streckenabschnitt geltende Bauhöhenbeschränkung nicht überschreitet.

Tiefflugübungsstrecken

Tiefflugübungsstrecken, die der Nutzung durch Hubschrauber der Streitkräfte vorbehalten sind, befinden sich im Land Baden-Württemberg nur im Bereich der militärischen Flugplätze Laupheim und Niederstetten.

Jedem militärischen Flugplatz, an dem Hubschrauber stationiert sind, ist ein Koordinationsgebiet - Helicopter Flight Coordination Area (HFCA) - zugeordnet, in dem der jeweilige Verband Tiefflugübungsstrecken zu erkunden und einzurichten hat, um seine Aus- und Weiterbildung, insbesondere den Tief- und Tiefstflug (bei Tag und Nacht), durchzuführen.

Die Tiefflugübungsstrecken werden von militärischen Hubschraubern für die Ausbildung sowie zur ständigen Übung des Tief- und Tiefstflugs sowie des Nachttiefflugs mit Bildverstärkerbrille (Restlichtverstärker) in Höhen von ca. 10 Fuß bis 100 Fuß (3 m bis 30 m) genutzt.

Windkraftanlagen - als hoch aufragende Luftfahrthindernisse - stellen für die Hubschrauberbesatzungen eine gefährliche Behinderung (Kollisionsgefahr) dar, die zu einer massiven Verschlechterung der Sicherheitslage für die Luftfahrzeuge der Bundeswehr führt.

Die Tiefflugübungsstrecken sind daher als generelles Ausschlusskriterium einzustufen.

Wir bitten darum, diese zu den Hinweisen abweichenden Auswahlkriterien in den künftigen Planungen entsprechend zu berücksichtigen.

Mit freundlichen Grüßen

gez. Greißing



Pfister stellt den bundesweit ersten Praxisleitfaden PPP und Mittelstand vor

Pfister: „Große Chancen für den Mittelstand mit Public Private Partnership“

24.01.2007 Baden-Württembergs Wirtschaftsminister Ernst Pfister hat heute in Stuttgart den bundesweit ersten Praxisleitfaden zu Public Private Partnership (PPP) der Öffentlichkeit vorgestellt. Gleichzeitig warnte Pfister vor einer Verschlechterung der steuerpolitischen Rahmenbedingungen für PPP-Modelle im Rahmen der Unternehmensteuerreform: „Die Bundesregierung will als Maßnahme zur Gegenfinanzierung der wünschenswerten Senkung der Steuersätze eine so genannte Zinsschranke einführen, die den Abzug von Fremdfinanzierungsaufwendungen begrenzen soll. Dies kann bei PPP-Projekten zu enormen Problemen führen. Hier darf das letzte Wort noch nicht gesprochen sein!“

„Der Leitfaden ‚PPP und Mittelstand‘ des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg hat das Ziel, die mittelständischen Unternehmen des Landes noch besser in PPP-Projekte einzubinden“, sagte Pfister. Der Leitfaden solle zum einen den öffentlichen Auftraggebern Empfehlungen für eine möglichst breite Einbindung mittelständischer Unternehmen in PPP-Projekte geben. Zum anderen solle der Leitfaden den mittelständischen Unternehmen im Land die betrieblichen Anpassungen an PPP erleichtern.

Die zentrale Empfehlung des Leitfadens ist die Erstellung eines Mittelstandskonzepts, welches der öffentliche Auftraggeber bereits am Anfang von Projektüberlegungen erstellen soll. Darin sollten die Rahmenbedingungen so gesetzt werden, dass Mittelstandsbelange möglichst umfassend berücksichtigt werden können. Dies betreffe insbesondere die mittelstandsgerechte Ausschreibung, Finanzierung und Vertragsgestaltung.

Im Einzelnen sollte das Mittelstandskonzept Folgendes beinhalten:

Mittelstandsgerechte Ausschreibung

Für die öffentlichen Auftraggeber beginnt eine mittelstandsgerechte Ausschreibung mit einer breit gestreuten Veröffentlichung des Ausschreibungstextes. Also nicht nur im EU-Amtsblatt, sondern auch in örtlichen und regionalen Publikationen, um gezielt Unternehmen aus der Region über die Ausschreibung zu informieren.

Die Bekanntgabe- und Bewerbungszeiträume sollten ausreichend lang sein, damit mittelständische Unternehmen Bewerbungsgemeinschaften bilden und sich gemeinsam an der Ausschreibung beteiligen können. Mittelständische Unternehmen sollten durch ein Vorinformationsverfahren auf das geplante Projekt aufmerksam gemacht werden. Zudem sollte im Rahmen des formellen Vergabeverfahrens die Bewerbungsfrist länger als der vorgeschriebene Mindestzeitraum von 37 Tagen sein. Diese Frist ist für die Bildung von Arbeitsgemeinschaften in der Regel zu kurz. Eine Frist zwischen 50 und 100 Tagen sei sinnvoll.

Es sollten auch keine besonderen Anforderungen an Referenzprojekte im Rahmen der Ausschreibung gestellt werden, da mittelständische Betriebe derzeit noch über relativ wenige Referenzen verfügen können.

Für abgelehnte Bieter soll eine angemessen hohe Aufwandsentschädigung gewährt werden, da Angebotserstellungen im Rahmen einer Ausschreibung kostenintensiv sind.

Bei Großprojekten kann die Ausschreibung in mehrere Objektlose unterteilt und zugleich als Vergleichsmaßstab der Gesamtauftrag ausgeschrieben werden. Die wirtschaftlichste Lösung erhält dann den Zuschlag.

Für den Fall, dass ein größeres Unternehmen im Rahmen der Ausschreibung den Zuschlag erhält, soll in den PPP-Verträgen eine Mittelstandsklausel vereinbart werden, nach der bei Unterauftragsvergaben die mittelständischen Betriebe im Rahmen des Wettbewerbsrechts besonders berücksichtigt werden.

Mittelstandsgerechte Finanzierung

Die Finanzierungsform Forfaitierung mit Einredeverzicht kann eine mittelstandsgerechte Finanzierungsform sein, da in diesem Fall der Umfang des Eigenkapitals des Privatunternehmens nicht im Vordergrund steht.

Die Sicherheiten sollten mittelstandsgerecht ausgestaltet sein. Für die Bauphase ist in der Regel eine Bankbürgschaft in Höhe von höchstens 5 Prozent der Investitionskosten ausreichend, für die Betriebsphase in Höhe von höchstens einer Jahresmiete.

Mittelstandsgerechte Vertragsgestaltung

Die Risikoverteilung zwischen der öffentlichen Hand und den mittelständischen Vertragspartnern muss fair und wirtschaftlich sein. Die jeweiligen Risiken müssen demjenigen Partner zugeordnet werden, der sie am besten und am kostengünstigsten handhaben kann. So wäre zum Beispiel eine Zuordnung des Altlastenrisiko oder des Risikos von Gesetzesänderungen an den mittelständischen Vertragspartner nicht sachgerecht. Ein unsachgerechter Risikotransfer zu Lasten des Mittelstands würde auch eine Bankenfinanzierung gefährden.

Der Leitfaden richtet sich auch an die mittelständischen Unternehmen selbst. Die mittelständischen Unternehmen sollten selbst aktiv werden. Sie müssen das notwendige Know-how im Bereich PPP im eigenen Haus aufbauen. Sie sollten Partnerschaften mit anderen mittelständischen Unternehmen im Rahmen von Arbeitsgemeinschaften zur gemeinsamen Durchführung von PPP-Projekten eingehen.

„Public Private Partnership (PPP) bietet mittelständischen Unternehmen große Chancen“, betonte Pfister. „Der PPP-Markt in Baden-Württemberg entwickelt sich mit großer Dynamik. Allein bei den über 30 geplanten kommunalen PPP-Projekten in Baden-Württemberg beläuft sich das Auftragsvolumen auf mehr als eine Milliarde Euro.“

Die steigenden Geschäftsvolumina bei PPP-Projekten müssten besonders auch dem Mittelstand zugute kommen. Pfister: „PPP, also der Bau

und der Betrieb einer Infrastruktureinrichtung, zum Beispiel einer Schule oder einer Straße durch ein Privatunternehmen, öffnet dem Mittelstand zusätzliche Chancen. PPP ist ein innovatives Geschäftsfeld, das aufgrund der Integration von Bau und Betrieb zu langfristig stabilen Einnahmen für die Betriebe führt. Diese Einnahmen sind weitgehend unabhängig von Konjunkturschwankungen.“

Nach Pfisters Auffassung kann ein mittelständisches Unternehmen oder eine Arbeitsgemeinschaft aus Mittelständlern in der Ausschreibung eines PPP-Projekts zum Zug kommen. Dies gelte besonders für kleinere PPP-Projekte, an denen Großunternehmen in der Regel weniger interessiert seien. Das beste Beispiel sei das erste laufende PPP-Projekt im Land, das neue Verwaltungsgebäude des Bodenseekreises in Friedrichshafen.

Die mittelständische Bauindustrie und das Handwerk, betonte Pfister, hätten große Vorteile bei PPP-Vorhaben. Dies gelte für die Gewährleistung der Qualität über einen langen Zeitraum und in der Beherrschung kurzer Reaktionszeiten bei Instandhaltungsmaßnahmen. Mittelständische Ingenieure und Architekten hätten wichtige Tätigkeitsfelder in der Beratung der öffentlichen Hand, zum Beispiel bei PPP-Machbarkeitsstudien und im Ausschreibungsverfahren sowie bei der konkreten Durchführung von PPP-Projekten.

Bei der Pressekonferenz standen neben Wirtschaftsminister Pfister auch Herr Dr. Frank Meininger, federführender Autor des Leitfadens und Rechtsanwalt bei der Wirtschaftskanzlei Menold Bezler in Stuttgart, und Herr Helmut Reitemann, Finanzdezernent im Landratsamt Bodenseekreis in Friedrichshafen, für Fragen zur Verfügung. Herr Reitemann ist für das erste laufende PPP-Projekt in Baden-Württemberg - Neubau und Betrieb des Verwaltungsgebäudes des Bodenseekreises in Friedrichshafen - verantwortlich. Dieses PPP-Projekt stellt ein beispielgebendes Mittelstandsprojekt dar.

Der PPP-Leitfaden steht Ihnen auch auf der Homepage des Wirtschaftsministeriums unter <http://www.wm.baden-wuerttemberg.de/sixcms/detail.php/64030> Rubrik „Infomaterialien/Downloads“) als pdf-Datei zum Herunterladen zur Verfügung.

Hinweise:

Begriff PPP:

PPP bedeutet, dass ein Privatunternehmen von der öffentlichen Hand per Ausschreibungswettbewerb beauftragt wird, in eine Infrastruktureinrichtung wie zum Beispiel eine Schule oder eine Straße zu investieren und diese langfristig zu betreiben. Die private PPP-Gesellschaft erhält als Gegenleistung ein Entgelt vom öffentlichen Träger oder direkt vom Nutzer. Ziele von PPP sind die Einsparung von Kosten und Zeit bei der dringend notwendigen Modernisierung der Infrastruktur, die Generierung von Aufträgen für die Wirtschaft und die Zurückführung der Staatstätigkeit.

Forfaitierung mit Einredevorzicht

Forfaitierung bedeutet Forderungsverkauf: Dabei verkauft die beauftragte private PPP-Gesellschaft ihre Forderungen auf Nutzungsentgelte (für den investiven Teil eines PPP-Projekts), die sie gegenüber der öffentlichen Hand hat, an eine Bank. Die PPP-Gesellschaft erhält dafür Finanzierungsmittel auf einen Schlag von der Bank. Die öffentliche Hand zahlt dann die laufenden Entgelte direkt an die Bank. Als Sicherheit erklärt die öffentliche Hand der Bank gegenüber, dass sie per Einredevorzicht die Entgelte stets in voller Höhe bezahlt, also auch bei Schlecht- oder Nichterfüllung des PPP-Vertrags. Im Ergebnis ist die öffentliche Hand der Schuldner. Aufgrund der guten Bonität der öffentlichen Hand können günstige Finanzierungskosten ähnlich dem Kommunalkredit erreicht werden. Der Einredevorzicht bürdet der öffentlichen Hand aber im Vergleich zu einer konventionellen Finanzierung keine zusätzlichen Risiken auf, denn auch bei der öffentlichen Eigenrealisierung eines Investitionsvorhabens per Kommunalkredit ist die öffentliche Hand der Schuldner. Hinsichtlich des Insolvenzrisikos der PPP-Gesellschaft verlangt die öffentliche Hand regelmäßig, dass die private PPP-Gesellschaft dieses Risiko z.B. über eine Bankbürgschaft absichert.

Zinsschranke

Die Bundesregierung plant mit der Unternehmenssteuerreform 2008 die Einführung einer so genannten Zinsschranke: Hat ein Unternehmen in einem Jahr aufgrund von Investitionen hohe Zinskosten, die mehr als 1 Mio. Euro betragen, kann das Unternehmen diese Zinskosten im selben Jahr nicht mehr in voller Höhe als Betriebsausgaben steuerlich geltend machen. Die Zinsschranke ist damit generell ein Investitionshemmnis, da die Finanzierung von Investitionen verteuert wird. Dies gilt besonders für PPP-Projekte, da PPP-Projektgesellschaften in zahlreichen Fällen in hohem Maße fremdfinanziert sind, so dass hohe Zinskosten anfallen.

Anlagen/Downloads

[Leitfaden PPP und Mittelstand](#)

**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**

**gefördert vom
Bundesamt für Naturschutz;
Förd.Nr. Z1.3-684 11-5/03**



von
Dr. Hermann Hötter
Kai-Michael Thomsen
Heike Köster

Projektleitung:
Dr. Hermann Hötter

Michael-Otto-Institut im NABU

Endbericht

Dezember 2004



Gliederung

	Seite
Vorwort	3
Zusammenfassung	4
Summary	7
1. Einleitung	10
2. Material und Methode	12
3. Auswirkung der Windkraft auf Wirbeltiere	17
3.1 Non-lethale Wirkungen von Windkraftanlagen (WKA) (Störungen, Verdrängung, Habitatverlust) auf Vögel	17
3.1.1 Bestandsveränderungen durch WKA	17
3.1.2 Mindestabstände von Vogelvorkommen zu WKA	19
3.1.3 Barrierewirkung von WKA auf Vögel	32
3.2 Non-lethale Wirkungen von WKA (Störungen, Verdrängung, Habitatverlust) auf Säugetiere	35
3.3 Kollisionen von Vögeln und Fledermäusen mit WKA	35
3.3.1 Kollisionen von Vögeln mit WKA	35
3.3.2 Kollisionen von Fledermäusen mit WKA	42
4. Populationsbiologische Auswirkungen der Mortalität durch Kollisionen	45
4.1 Vorgehensweise bei der Populationssimulation	45
4.2 Ergebnisse der Populationssimulationen	46
4.3 Diskussion der Simulationsberechnungen	51
5. Maßnahmen zur Reduktion der Auswirkungen von WKA	52
5.1 Standortwahl	53
5.2 Gestaltung der Umgebung von WKA	54
5.3 Konfiguration der WKA in einem Windpark	54
5.4 Betrieb der WKA	54
5.5 Gestaltung der einzelnen WKA	54
5.6 Übertragbarkeit der Maßnahmen auf die Verhältnisse in Deutschland	56
6. Abschätzung der Auswirkungen eines Repowering	56
6.1 Repowering und Störwirkung auf Vögel	57
6.2 Repowering und Kollisionen von Vögeln und Fledermäusen	59
6.3 Zusammenfassende Bewertung des Repowerings	60
7. Auswirkungen anderer Formen regenerativer Energiegewinnung	61
8. Forschungsbedarf	64
9. Danksagungen	68
10. Literaturverzeichnis	69

Vorwort

Die Bundesregierung hat das Ziel, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung bis 2010 auf mindestens 12,5 % zu erhöhen. Anreize dafür bieten die Regelungen des „Erneuerbare - Energien - Gesetz (EEG)“. Im ersten Halbjahr 2004 wurden erstmals 10 % des Stroms aus regenerativen Energiequellen erzeugt. Daran hat die Windenergie mit rund 5,8 % an der Stromerzeugung einen wesentlichen Anteil. Gleichzeitig werden die mit deren Ausbau einhergehende Auswirkungen auf Naturhaushalt und Landschaftsbild kontrovers diskutiert.

Die Studie „Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und Fledermäuse – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen“, bearbeitet durch das Michael-Otto-Institut im NABU hatte das Ziel, nationale und internationale Untersuchungen zu Wirkungen von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse zu analysieren und ihre statistische Aussagefähigkeit zu bewerten. Die vorliegenden Ergebnisse bieten einen Überblick über die vorhandene Datenlage, sie zeigen aber auch Wissenslücken und Forschungsbedarf auf.

Die der Studie zugrunde liegenden Untersuchungen lassen Rückschlüsse hinsichtlich der Wirkungen von Windkraftanlagen auf rastende, brütende, nahrungssuchende sowie ziehende Vögel und Fledermäuse zu. Des Weiteren lassen sich Erkenntnisse hinsichtlich der Wirkungen von Windkraftanlagen auf das Verhalten der o. g. Fauna im Jahresgang ableiten. Innerhalb von Simulationen wird zusätzliche Mortalität durch Windkraftanlagen und durch die Wirkung des Repowerings auf die Bestandsentwicklung von Vögeln und Fledermäusen dargestellt.

Allerdings ist zu beachten, dass aufgrund des beschränkten und in seiner Aussagtiefe divergierenden Datenumfanges nur tendenzielle Aussagen zu Auswirkungen von Windkraftanlagen auf die verschiedenen Vogel- und Fledermausgruppen möglich sind.

Die vorliegenden Ergebnisse sollen zu einer Versachlichung der bundesweiten Diskussion über die Naturschutzverträglichkeit erneuerbarer Energieträger (insbesondere Windkraftanlagen). Sie wurden bereits während der Bearbeitungszeit sowohl mit Fachbehörden als auch mit Vertretern der Naturschutzverbände und der Betreiberseite erörtert.

Prof. Dr. Hartmut Vogtmann
Präsident des Bundesamtes für Naturschutz

Zusammenfassung

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

Die gegenwärtig verfügbaren Erkenntnisse über die Auswirkungen von regenerativer Energiegewinnung auf Vögel und Fledermäuse (Schwerpunkt Windkraftnutzung) werden zusammengestellt und mit dem Ziel ausgewertet, das Ausmaß der Auswirkungen besser beurteilen zu können, die potentiellen Auswirkungen eines Repowering abzuschätzen und auf mögliche Maßnahmen zur Verminderung negativer Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse hinzuweisen. Zusätzlich soll der Forschungsbedarf aufgezeigt werden. Über die Auswirkungen anderer Formen regenerativer Energiegewinnung auf Vögel und Fledermäuse liegen nur sehr wenige Erkenntnisse vor.

Die Auswertung zur Windkraft basiert auf 127 Einzelstudien aus zehn Ländern (Schwerpunkt Deutschland). Die meisten Studien waren bezüglich ihres Untersuchungszeitraumes sehr kurz (ein bis zwei Jahre) und beinhalteten keine Erhebungen vor dem Bau der Windkraftanlagen. Langzeituntersuchungen, die einen Vorher-Nachher-Vergleich ermöglichten, eventuell langfristige Wirkungen mit berücksichtigen könnten und über unabhängige, nicht von Windkraftnutzung berührte Kontrollflächen verfügten, existieren kaum. In nur sehr wenigen Fällen waren deshalb Untersuchungsmethode und -umfang überhaupt dazu geeignet, statistisch signifikante Nachweise über Auswirkungen der Windkraftnutzung auf Vögel und Fledermäuse zu erbringen. Damit dennoch verlässliche Aussagen über die Auswirkungen der Windkraftnutzung getroffen werden können, bezieht die hier vorgelegte Analyse ausdrücklich auch die nicht systematisch erhobenen Daten mit ein. Das hier angewandte Vorgehen (Informationsreduktion der Daten, Anwendung von Vorzeichentests) erlaubt es, eine Vielzahl unabhängig gewonnener Daten einzubeziehen und die getroffenen Aussagen auf eine breite Basis zu stellen. Die Gesamtschau der Einzelstudien erbrachte folgende Ergebnisse:

Die Nutzung von Windkraft kann sich auf Vögel und Fledermäuse durch Störungen und durch Erhöhung der Mortalität auswirken. Obwohl in der Fachwelt weitgehend Konsens besteht, dass Windkraftanlagen (WKA) zu negativen Beeinträchtigungen führen können, konnten in Bezug auf die Brutvogelbestände kein statistisch signifikanter Nachweis von erheblichen negativen Auswirkungen der Windkraftnutzung auf die Bestände von Brutvögeln erbracht werden. Tendenziell wurden die Brutbestände von Watvögeln der offenen Landschaft negativ beeinflusst, auf bestimmte brütende Singvogelarten übten jedoch Windkraftanlagen positive Wirkungen aus. Dies wurde vermutlich durch sekundäre Effekte wie Habitatveränderungen bzw. landwirtschaftliche Nutzungsaufgabe in der unmittelbaren Umgebung der WKA verursacht.

Bezüglich der rastenden Vögel waren die Auswirkungen von WKA deutlich gravierender. WKA übten jeweils signifikante negative Einflüsse auf die lokalen Rastbestände von Gänsen, Pfeifenten, Goldregenpfeifern und Kiebitzen aus.

Mit Ausnahme von Kiebitz, Uferschnepfe und Rotschenkel nutzten die meisten Vögel zur Brutzeit auch die unmittelbare Umgebung von Windkraftanlagen, die Minimalabstände betrug selten mehr als 100 m. Einige Singvogelarten besaßen die Tendenz, sich näher an größeren als an kleineren WKA anzusiedeln.

Außerhalb der Brutzeit hielten viele Vogelarten der offenen Landschaft Abstände von mehreren Hundert Metern zu WKA ein. Besonders ausgeprägt war die Störwirkung bei Gänsen und Watvögeln. In Übereinstimmung mit den publizierten umfangreichen Studien ist bei Gänsen von einer Störwirkung durch WKA von mindestens 500 m auszugehen. Die Minimalabstände, die rastende Vögel zu WKA einhielten, nahmen in den meisten Fällen mit der Größe der WKA zu. Für den Kiebitz war dieser Zusammenhang statistisch signifikant.

Eine generelle Tendenz der „Gewöhnung“ von Vögeln an Windkraftanlagen in den Jahren nach ihrer Errichtung bestand nicht. In den wenigen mehrjährigen Untersuchungen nahmen die Minimalentfernungen von Vögeln zu WKA im Verlauf der Jahre in etwa ebenso vielen Fällen ab (Hinweis auf Gewöhnung) wie zu (Hinweis auf das Fehlen von Gewöhnung).

Die Barrierewirkung von Windparks ist bisher nur vergleichsweise wenig systematisch untersucht worden. Es wird darunter das Ausweichen von Vögeln beim Anflug auf WKA während des Zuges oder bei sonstigen regelmäßig auftretenden Flugbewegungen verstanden. Eine Barrierewirkung konnte für 81 Vogelarten nachgewiesen werden. Besonders betroffen waren Gänse, Kraniche, Watvögel und kleine Singvögel. In welchem Maße die betroffenen Arten geschädigt werden (Störung des Zugablaufs, Beeinträchtigung des Energiehaushalts) ist nicht bekannt.

Die Kollisionsraten (Zahl der jährlichen Opfer pro Turbine) wurden bisher in nur relativ wenigen Fällen (in Deutschland noch fast überhaupt nicht) systematisch und methodisch einwandfrei, das heißt u. a. mit Kontrolle der Aktivität von Aasfressern, ermittelt. Die Raten variierten sowohl bei Vögeln als auch bei Fledermäusen zwischen den Windparks von 0 bis über 50. Die Verluste standen mit dem Lebensraum der Umgebung in einem engen Zusammenhang. Besonders kollisionssträchtig für Vögel waren Windparks an Feuchtgebieten, wo vor allem Möwen unter den Opfern waren, und auf kahlen Gebirgrücken, wo insbesondere in den USA und in Spanien viele Greifvögel verunglückten. Waldstandorte von WKA waren besonders risikoreich für Fledermäuse. Sowohl für Vögel als auch für Fledermäuse stieg (statistisch allerdings nicht signifikant) die Kollisionsrate mit der Anlagengröße.

Unter den Opfern von Windkraftanlagen befanden sich insgesamt überproportional häufig Greifvögel und Möwen. Als besonders problematisch erscheinen in Deutschland die seit Erhebungsbeginn 1989 hohen Fundzahlen von Seeadlern (13) und Rotmilanen (41). Etwa die Hälfte aller Rotmilane weltweit brüten in Deutschland, so dass sich eine besonders hohe Verantwortlichkeit für diese Art ergibt (Anhang I der EG-Vogelschutzrichtlinie). Artengruppen mit hoher Meidung von WKA (Gänse, Watvögel) verunglückten nur selten. Fledermäuse kollidierten überwiegend auf dem Zug oder während der Quartiersuche im Spätsommer und Herbst mit WKA.

Durch Simulationen von Populationen mit dem Programm VORTEX konnte gezeigt werden, dass auch schon geringe Erhöhungen der Mortalität (additive Erhöhung

um jährlich 0,1 %) zu erheblichen Populationsrückgängen führen können, wenn sie nicht durch Erhöhungen der Reproduktionsleistung aufgefangen werden. Kurzlebige Arten mit hoher Reproduktionsfähigkeit sind hiervon stärker betroffen als langlebige Arten. Letztere können allerdings Populationsverluste weniger gut durch Erhöhung der Reproduktion ausgleichen.

Die Auswirkungen des Repowering (Ersetzen kleinerer, älterer Anlagen durch große, neuere) auf Vögel und Fledermäuse werden auf Basis der bisher vorhandenen Daten und durch einfache Modellrechnungen abgeschätzt. Für die sehr großen WKA, die zukünftig eingesetzt werden, liegen allerdings noch keine Erkenntnisse vor. Nach gegenwärtigem Wissensstand dürften sich durch ein Repowering die negativen Auswirkungen von WKA auf Vögel und Fledermäuse (Störwirkung und Mortalitätsrate) dann eher verringern als verstärken, wenn die Gesamtleistung des Windparks nicht gesteigert wird, also deutlich weniger neue Anlagen installiert werden als alte vorhanden waren. Wird die Leistung eines Windparks aber um mehr als das 1,5-fache erhöht, beginnen die negativen Auswirkungen zu überwiegen. Bei einer Verdopplung der Leistung des Windparks führt das Repowering zu einer Verstärkung der Beeinträchtigungen. Auf die Chance, im Rahmen des Repowering Standorte aufzugeben, die hohe Beeinträchtigungen und Risiken für Vögel und Fledermäuse mit sich bringen, und durch unproblematische Standorte zu ersetzen, wird hingewiesen.

Zu den wirkungsvollen Maßnahmen zur Minimierung negativer Auswirkungen von Windkraftnutzung auf Vögel und Fledermäuse zählen:

- eine geeignete Standortwahl (Meidung von Feuchtgebieten, bedeutenden Rastgebieten, Wäldern und Gebirgsrücken mit hoher Greifvogeldichte),
- Maßnahmen, die dazu dienen, die Standorte von WKA möglichst wenig attraktiv für potentielle Kollisionsopfer zu machen,
- eine geeignete Konfiguration von WKA im Windpark (Aufreihung parallel und nicht quer zu den Hauptflugrichtungen von z. B. Zugvögeln)
- sowie bestimmte bauliche Vorkehrungen (Vermeidung von Gittermasten, Drahtseilen und oberirdischen elektrischen Leitungen)

Maßnahmen zur Erhöhung der Wahrnehmbarkeit von WKA sowie zur Beleuchtung müssen noch erprobt werden.

Trotz zahlreicher Untersuchungen besteht noch ein erheblicher Forschungsbedarf. So ist es dringend erforderlich, auch in Deutschland verlässliche Kollisionsraten für Vögel und Fledermäuse an WKA zu ermitteln. Dies gilt besonders für neue, große Anlagen, die im Rahmen des Repowering eingesetzt werden. Bei diesen ist unklar, ob sie durch ihre Größe und die sich daraus zwangsläufig ergebende Beleuchtung hohe Opferzahlen unter nächtlich ziehenden Vögeln verursachen, was bei den bisher eingesetzten Anlagen offensichtlich nicht der Fall ist. Bezüglich der Problematik der verunglückten Rotmilane sind ebenfalls ein spezielle Untersuchungen durchzuführen, mit dem Ziel einer Minimierung der Kollisionsrate. Die Empfindlichkeit vieler Vogelarten, die im Fokus des Naturschutzes und des öffentlichen Interesses stehen (Störche, Greifvögel, Kranich etc.) gegenüber WKA ist bisher nicht gründlich untersucht worden.

Hinsichtlich des Wissens über die Auswirkungen von Solarparks auf Vögel und Fledermäuse liegen derzeit kaum Erhebungen vor. Hierzu sollten gerade in Bezug auf die Nutzung von Solar-Freiflächenanlagen grundlegende Untersuchungen vorgenommen werden.

Summary

Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats – facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation

The purpose of this report is to compile and to evaluate the available information on the impacts of exploitation of renewable energy sources on birds and bats. The focus is on wind energy as there is only little information on the impact on birds and bats of other sources of renewable energy. The report aims at better understanding the size of the impact, the potential effects of re-powering (exchanging small old wind turbines by new big turbines), and possible measures to reduce the negative impact on birds by wind turbines. In addition the need for further research is highlighted.

The evaluation is based on 127 single studies (wind farms) in ten countries, most of them in Germany. Most studies were brief (not more than two years) and did not include the pre-construction period. Before-After Control Impact studies that combine data collection before and after, in this case construction of a wind farm, on both the proposed development site and at least one reference site were rare. In few cases only, the design of the study and the length of the study period would theoretically allow to find statistically significant effects of wind farms on birds and bats at all. Assessments of impacts, therefore, are usually based on few studies only. This report includes all studies readily available to the authors, independently of the length of the study period and the quality of the study design. In order to base the assessments on as many independent samples as possible even rather unsystematic observations were included. The information of the data was reduced to a level that justified the application of sign tests. The compilation of many different single studies gave following results:

The main potential hazards to birds and bats from wind farms are disturbance leading to displacement or exclusion and collision mortality. Although there is a high degree of agreement among experts that wind farms may have negative impacts on bird populations no statistically significant evidence of negative impacts on populations of breeding birds could be found. There was a tendency for open nesting waders to be displaced by wind farms. Some passerines obviously profited from wind farms. They probably were affected by secondary effects, e.g. changes in land management or abandonment from agricultural use next to the wind plants.

The impact of wind farms on non-breeding birds was stronger. Wind farms had significantly negative effects on local populations of geese, Wigeons, Golden Plovers and Lapwings.

With the exceptions of Lapwings, Black-tailed Godwits and Redshanks most bird species used the space close to wind plants during the breeding season. The minimal distances between observed birds and pylons rarely exceeded 100 m during the breeding season. Some passerines showed a tendency to settle closer to bigger than to smaller wind plants.

During the non-breeding season many bird species of open landscapes avoided approaching wind parks closer than a few hundred metres. This particularly held true for geese and waders. In accordance to published information disturbance of geese may occur at least up to 500 m from wind turbines. In most species during the non-breeding season, the distances in which disturbance could be noted increased with the size of the wind plants. In Lapwings this relationship was statistically significant.

There was no evidence that birds generally „habituated“ to wind farms in the years after their construction. The results of the few studies lasting longer than one season revealed about as many cases of birds occurring closer to wind farms (indications for the existence of habituation) in the course of the years as of birds occurring farer away from wind farms (indications for the lack of habituation).

The question whether wind farms act as barriers to movement of birds has received relatively little systematic scientific attention yet. Wind farms are thought to be barriers when birds approaching them change their flight direction, both on migration or during other regular flights. There is evidence for the occurrence of a barrier effect in 81 bird species. Geese, Common Cranes, waders and small passerines were affected in particular. It remains unknown, however, to what extent the disturbances by wind farms of migrating or flying birds influences the energy budgets or the timing of migration of birds.

Collision rates (annual number of killed individuals per turbine) have only rarely been studied with appropriate methods (e. g. with controls of scavenger activities). Particularly in Germany such studies are missing. Collision rates varied between 0 and more than 50 for both birds and bats. Obviously the habitat influenced the number of collisions. Birds were in high risks at wind farms close to wetlands where gulls were the most common victims and in wind farms on mountain ridges (USA, Spain) where many raptors were killed. Wind farms in or close to forests posed high collision risks on bats. For both, birds and bats, the collision risk increased with increasing size of the wind plant. The relationship, however, was not statistically significant.

Gulls and raptors accounted for most of the victims. In Germany the relatively high numbers of killed White-tailed Eagles (13) and Red Kites (41) give reason for concern. Germany hosts about half of the world population of breeding Red Kites and has a particular responsibility for this species. Bird species that were easily disturbed by wind farms (geese, waders) were only rarely found among the victims. Bats were struck by wind turbines mostly in late summer or autumn during the period of migration and dispersal.

Population models created by the software VORTEX revealed that significant decreases in size of bird and bat populations may be caused by relatively small

(0,1 %) additive increases in annual mortality rates, provided they are not counteracted by density dependent increases in reproduction rates. Short-lived species with high reproductive rates are more affected than long-lived species with low reproductive rates. The latter, however, are less able to substitute additional mortality by increasing reproductive rates.

The effects of „repowering“ (substitution of old, small turbines by new turbines with higher capacity) on birds and bats is assessed by the available data and by simple models. There is no information, however, on the effects of the newest generation of very big wind plants. According to present knowledge, repowering will reduce negative impacts on birds and bats (disturbance and mortality) if the total capacity of a wind farm is not changed (many small turbines are replaced by few big turbines). In a scenario in which the capacity of a wind farm is increased 1,5 fold, negative impacts start to dominate. In case of a doubling of wind farm capacity, repowering increases the negative impacts of the wind farm. Repowering offers the chance to remove wind farms from sites that are associated with high impacts or risks for birds and bats. New turbines could be constructed on sites that are likely to be less problematic in respect to birds and bats.

Among powerful methods to reduce the negative impacts on birds and bats of wind energy use are:

- choice of the right site for wind farms (avoidance of wetlands, woodlands, important sites for sensitive non-breeding birds and mountain ridges with high numbers of raptors and vultures),
- measures to reduce the attractiveness of wind farm sites for potential collision victims,
- configuration of turbines within wind farms (placement of turbines parallel to and not across the main migration or flight directions of birds),
- construction of wind turbines: replacement of lattice towers, wire-cables and overhead power lines.

Measures to increase the visibility of wind turbines and to reduce the effects of illumination remain to be studied.

In spite of many publications on windfarms and birds there still is a great demand for further research. First of all there is an urgent need for reliable data on collision rates at wind turbines of birds and bats in Germany. This holds true particularly for the new and big turbines which will replace the present generation of wind turbines. It is still unclear whether these big and necessarily illuminated turbines pose a high collision risk to nocturnal migrants which have not yet been very much affected by smaller turbines. The high collision rates of Red Kites in Germany also urgently deserve to be studied. The aim of the research has to be a quick reduction of the collision rates. The sensitiveness against wind farms of many other bird species that are of particular nature conservation interest (storks, raptors, Cranes) has not been sufficiently studied yet.

There is hardly any information on the impacts of fields of solar panels on birds and bats. Studies should be initiated as soon as possible.

1. Einleitung

Der weitere Ausbau regenerativer Energiegewinnung ist erklärtes Ziel der Regierung der Bundesrepublik Deutschland (BMU, 2004). Es steht im Zusammenhang mit dem Bemühen, den Ausstoß klimaschädlicher Gase zu vermindern. Deutschland nimmt hinsichtlich der Nutzung der Windkraft eine Spitzenstellung ein, gefolgt von den USA (BIOCENOSE & LPO Aveyron - Grands Causses, 2002; BMU, 2004). Vor allem in den USA, aber auch in Europa, wurden jedoch bereits in der Frühphase der Windkraftnutzung Befürchtungen laut, die Windkraftanlagen (WKA) könnten sich schädlich auf die Tierwelt, insbesondere die Vögel auswirken. In den USA wurden diese Befürchtungen vor allem durch die Erfahrungen aus dem ersten großen Windpark am Altamont Pass in Kalifornien genährt, in dessen ca. 5.000 WKA seit seiner Einrichtung jährlich Hunderte von Greifvögeln zu Tode kommen. Davon betroffen sind auch geschützte Arten wie Steinadler (Orloff & Flannery, 1992). Die hohen Verluste von Greifvögeln haben zu einem Ausbaustop dieses Windparks und einer Verzögerung der Windkraftnutzung in den USA geführt (Hunt, 2002). Im Gegensatz zu den USA standen in Europa in den vergangenen Jahren eher die indirekten Auswirkungen von WKA auf Vögel im Vordergrund der Diskussion: Scheuchwirkung, Habitatverlust zur Brut- und Zugzeit, Barrierewirkung für ziehende Vögel (AG Eingriffsregelung, 1996; Crockford, 1992; Langston & Piullan, 2003; Percival, 2000; Reichenbach, 2003; Schreiber, 2000; Winkelmann, 1992b). Kollisionen von Vögeln mit WKA spielten allerdings auch in Spanien eine große Rolle, wo vor allem Gänsegeier in erheblichem Maße betroffen sind (Acha, 1998; Lekuona, 2001; SEO, 1995). Mittlerweile werden auch in Deutschland Greifvogelverluste an WKA stärker beachtet (Dürr, 2003a; Dürr, 2004). Neuere Untersuchungen in Amerika und in Europa zeigen, dass neben Vögeln auch viele Fledermäuse an WKA verunglücken können (Ahlén, 2002; Bach, 2001; Dürr & Bach, 2004; Johnson et al., 2000; Keeley, Ugoretz & Strickland, 2001).

Trotz zahlreicher Studien ist jedoch das Ausmaß der ökologischen Auswirkungen von WKA umstritten. Ein möglicher Grund hierfür ist die Heterogenität der zugrundeliegenden Untersuchungen. Sie unterscheiden sich durch die herangezogenen Parameter (Zahl getöteter und verletzter Vögel, Störwirkung), durch das Untersuchungsdesign (Datenaufnahmen vor und nach dem Eingriff, Vorhandensein von Kontrollflächen), durch Umfang und Dauer sowie durch die angewandten Auswertungsmethoden. Viele Untersuchungen sind an kaum zugänglichen Stellen oder gar nicht publiziert („graue“ Literatur). Eine Bewertung der Untersuchungen durch unabhängige Gutachter (wie bei referierten Zeitschriften üblich) hat in nur wenigen Fällen stattgefunden. In dieser Situation hat es sich als sehr schwer herausgestellt, für bestimmte Fragen konkrete und wissenschaftlich belegte Antworten zu finden. Es ist bisher kaum gelungen zu prognostizieren, welche Auswirkung eine WKA an einem bestimmten Standort auf Vögel oder Fledermäuse haben wird. Für andere Formen der Nutzung regenerativer Energie gilt Ähnliches, zumal noch erheblich weniger Forschungsergebnisse vorliegen.

Die gesellschaftliche Auseinandersetzung um insbesondere die Nutzung von Windkraft bewegt sich deshalb oft nicht auf einer sachlichen Grundlage, sondern basiert auf Vermutungen. Eine sachgerechte Diskussion ist aber die Voraussetzung für einen gesellschaftlichen Konsens bezüglich der Nutzung der Windenergie. Die hier vorgelegte Studie soll zusammen mit der parallel entwickelten Datenbank einen Beitrag zur Versachlichung der Diskussion liefern.

Dieser Bericht dient dazu, die in der parallel entstehenden Datenbank dokumentierten Befunde zum Thema „Einfluss regenerativer Energiegewinnung auf Vögel und Fledermäuse“ übersichtlich zusammenzustellen. Das Schwergewicht liegt dabei auf der Nutzung der Windkraft, da sich andere Formen der regenerativen Energienutzung (außer Wasserkraft) bisher noch nicht in größerem Maße etabliert haben und dementsprechend relativ wenige Erfahrungen dazu vorliegen (siehe Kap. 7 dieses Berichts).

Die Aussagen in diesem Bericht basieren auf Literaturangaben und Expertenbefragungen. Die dokumentierten Ergebnisse vieler Untersuchungen sollen in diesem Bericht nicht nur zusammengestellt, sondern ihrerseits einer Auswertung zugeführt werden. Damit soll versucht werden, die große Fülle der Beobachtungen und Daten zum Thema zu nutzen, um Fragen zu beantworten, die sich mit Einzeluntersuchungen kaum klären lassen. Die zahlreichen Untersuchungen zur Auswirkung der Windkraftnutzung erlauben es, nach Zusammenhängen zu suchen, die die negativen Auswirkungen beurteilen, erklären und vielleicht auch mindern helfen können. Die Auswertung der in Berichten und Publikationen dargestellten Daten zur Windkraft soll dazu dienen,

- das Ausmaß der Auswirkungen (möglichst auf dem Niveau von Tierpopulationen) besser beurteilen zu können,
- die potentiellen Auswirkungen eines Repowering (Ersetzen alter, kleiner WKA durch (evtl. eine geringere Zahl) größere, leistungsstärkerer Anlagen) abschätzen zu können
- und auf mögliche Maßnahmen zur Verminderung negativer Auswirkungen von WKA auf Vögel und Fledermäuse hinzuweisen.

Im Einzelnen werden folgende Fragen behandelt:

- Bewirken WKA eine Bestandsveränderung von Tierpopulationen in ihrer Umgebung?
- Wie groß ist der Abstand, den Tiere zu Windkraftanlagen einhalten?
- Wirken Windparks als Barrieren für die Wanderbewegungen von Tieren?
- Welches Ausmaß hat die durch WKA verursachte Mortalität und welche Bedeutung spielen diese Verluste für die Entwicklung der Populationen?
- Wie lassen sich die negativen Auswirkungen von Windkraftanlagen vermindern?

Die Fragen werden soweit wie möglich sowohl für Vögel als auch für Fledermäuse behandelt. Für die Betrachtung der Auswirkungen der Mortalität an Windkraftanlagen werden Populationen mit Hilfe eines entsprechenden Computerprogramms simuliert. Da gegenwärtig umfangreiche Untersuchungen über mögliche Auswirkungen von Offshore-Windkraftnutzung auf die Meeresumwelt stattfinden (Kutschner, 2002), beschränkt sich dieser Bericht weitgehend auf den Land- und Küstenbereich. Schwerpunkt der Literaturstudie war Mitteleuropa. Aus anderen Bereichen wurden nur umfassendere Publikationen hinzugezogen.

2. Material und Methode

Sowohl die Datenbank als auch die hier vorgestellten Ergebnisse basieren ausschließlich auf publizierten oder schriftlich dokumentierten Untersuchungen. Es wurden für dieses Projekt keine Daten neu aufgenommen. Im Rahmen des Projektes wurden über 450 Literaturstellen ausgewertet, das heißt überprüft und gegebenenfalls in die Tabellen der Datenbank eingefügt. Quervergleiche ergaben, dass diesen Literaturstellen 127 verschiedene Untersuchungen zugrunde lagen. Datenaufnahmen an ein und demselben Windpark, auch wenn sie in verschiedenen Jahren und von verschiedenen Personen durchgeführt worden waren, wurden als eine Untersuchung gewertet. Dies diente dazu, die Unabhängigkeit der Daten zu gewährleisten und zu vermeiden, dass dieselbe Untersuchung mehrfach gewertet wurde. Folgende Quellen wurden zur Gewinnung der Grundlagendaten für diese Studie genutzt:

Ahlén, 2002; Albouy et al., 1997; Albouy, Dubois & Picq, 2001; Anderson et al., 2000b; Bach, im Druck ; Bach, 2001; Bach, 2002; Bach, Handke & Sinning, 1999; Barrios & Rodriguez, 2004; Bergen, 2001a; Bergen, 2001b; Bergen, 2002a; Bergen, 2002b; Bergh, Spaans & Swelm, 2002; Boone, 2003; Böttger et al., 1990; Brauneis, 1999; Brauneis, 2000; Clemens & Lammen, 1995; De Lucas, Janss & Ferrer, 2004; Dulas Engineering Ltd, 1995; EAS, 1997; Erickson, Kronner & Gritski, 2003; Everaert, 2003; Everaert, Devos & Kuijken, 2002; Förster, 2003; Gerjets, 1999; Gharadjedaghi & Ehrlinger, 2001; Guillemette & Larsen, 2002; Guillemette, Larsen & Clausanger, 1999; Hall & Richards, 1962; Hormann, 2000; Hydro Tasmania, ; Isselbacher & Isselbacher, 2001; Janss, 2000; Johnson, 2002; Johnson et al., 2003; Johnson et al., 2000; Kaatz, 2000; Kaatz, 2002; Kerlinger, 2000; Ketzenberg et al., 2002; Koop, 1997; Koop, 1999; Korn & Scherner, 2000; Kowalik & Borbach-Jaene, 2001; Kruckenberg & Borbach-Jaene, 2001; Kruckenberg & Jaene, 1999; Leddy, Higgins & Naugle, 1999; Lekuona, 2001; Meek et al., 1993; Menzel, 2002; Menzel & Pohlmeier, 1999; Müller & Illner, 2002; Musters, Noordervliet & Keurs, 1996; Orloff & Flannery, 1996; Osborn et al., 1996; Pedersen & Poulsen, 1991a; Percival, 2000; Phillips, 1994; Reichenbach, 2002; Reichenbach, 2003; Reichenbach & Schadek, 2003; Reichenbach & Sinning, 2003; Sachslehner & Kollar, 1997; Scherner, 1999a; Schmidt et al., 2003; Schreiber, 1992; Schreiber, 1993a; Schreiber, 1993c; Schreiber, 1999; Schreiber, 2002; SEO, 1995; SGS Environment, 1994; Sinning, 1999; Sinning & Gerjets, 1999; Smallwood & Thelander, 2004; Sommerhage, 1997; Steiof, Becker & Rathgeber, 2002; Still, Little & Lawrence, 1996; Strickland et al., 2001b; Stübing & Bohle, 2001; Thelander & Rugge, 2000; Thelander, Smallwood & Rugge, 2003; Trapp et al., 2002; van der Winden, Spaans & Dirksen, 1999; Vierhaus, 2000; Walter & Brux, 1999; Winkelman, 1989; Winkelman, 1992a; Winkelman, 1992b; Young et al., 2003a; Young et al., 2003b

Da vor allem für Deutschland Aussagen zur Windkraft getroffen werden sollten, lag auch hier der Schwerpunkt der Recherchen. Die Verteilung der Studien über die Länder (Tab. 1) reflektiert aber auch den Umfang der Forschungsaktivitäten in den einzelnen Ländern.

Von den ausgewerteten Studien wurden mehr als zwei Drittel nur während der Betriebszeit der Windkraftanlagen durchgeführt, lieferten also keine Information über die Situation vor der Errichtung des Parks und dementsprechend nicht über

Land	Zahl der Studien
Belgien	4
Deutschland	75
Dänemark	2
Frankreich	2
Großbritannien	6
Niederlande	5
Österreich	2
Spanien	10
USA	27
Australien	2

Tabelle 1. Länder der 127 in diesem Bericht ausgewerteten Studien.

Table 1. Countries of the 127 studies evaluated in this report.

Veränderungen durch den Bau des Windparks. Räumlich getrennte Kontrollflächen, die dazu dienen können, Einflüsse der Windkraftanlagen von generell wirkenden Faktoren (z. B. erhöhte Mortalität durch Kältewinter) zu trennen, lagen ebenfalls nur in der Minderzahl der Studien vor (Tab. 2). Neunzehn der 127 Studien bezogen ausdrücklich die Bauzeit der Windparks mit ein.

Tabelle 2. Untersuchungsphasen der Studien von Windkraftanlagen.

Table 2. Designs of studies (study in pre-construction period, control site) on the impact of wind farms.

Anzahl der Untersuchungen	Untersuchungsphasen		
8	vor Baubeginn,	während der Betriebszeit	und mit räumlich getrennte Kontrollfläche
23	vor Baubeginn und	während der Betriebszeit	
9		während der Betriebszeit	und mit räumlich getrennte Kontrollfläche
87		nur während der Betriebszeit	

Fast alle Untersuchungen bezogen sich auf Windparks, nur sehr wenige auf einzeln stehende Anlagen. Das Material reichte nicht aus, um bei der Auswertung zwischen Parks und Einzelanlagen zu differenzieren.

Durchschnittlich umfassten die 127 Studien 2,8 Untersuchungsjahre, wobei ein Jahr als eine Saison (Brutzeit, Herbstzug etc.) zu verstehen ist und Studien, die über den Jahreswechsel hinweg gingen, aus rein pragmatischen Gründen als zweijährig gewertet wurden. Die Spanne betrug 1 Jahr bis zu 17 Jahre. 51 Studien, also mehr als ein Drittel, erstreckten sich nur über eine Saison (Abb.1).

Die meisten Studien bezogen sich jeweils auf mehrere Vogel- bzw. Fledermausarten. Oft wurden für jede Art mehrere Parameter (z. B. Minimalabstand zur WKA und Rastbestandsveränderung nach Errichtung des Windparks, weitere Einzelheiten siehe unten) untersucht. Eine Aufteilung nach Arten und Parameter führte zu einer Datenmatrix mit insgesamt 1789 Datensätzen. Nur etwa ein Drittel dieser Daten entstammen quantitativen Analysen, bei den übrigen Datensätzen handelt es sich um „Einzelbeobachtungen“. Viele dieser „Einzelbeobachtungen“ hatten ihren Ursprung in systematischen Untersuchungen, in deren Rahmen allerdings bestimmte Vogelarten nur selten beobachtet wurden.

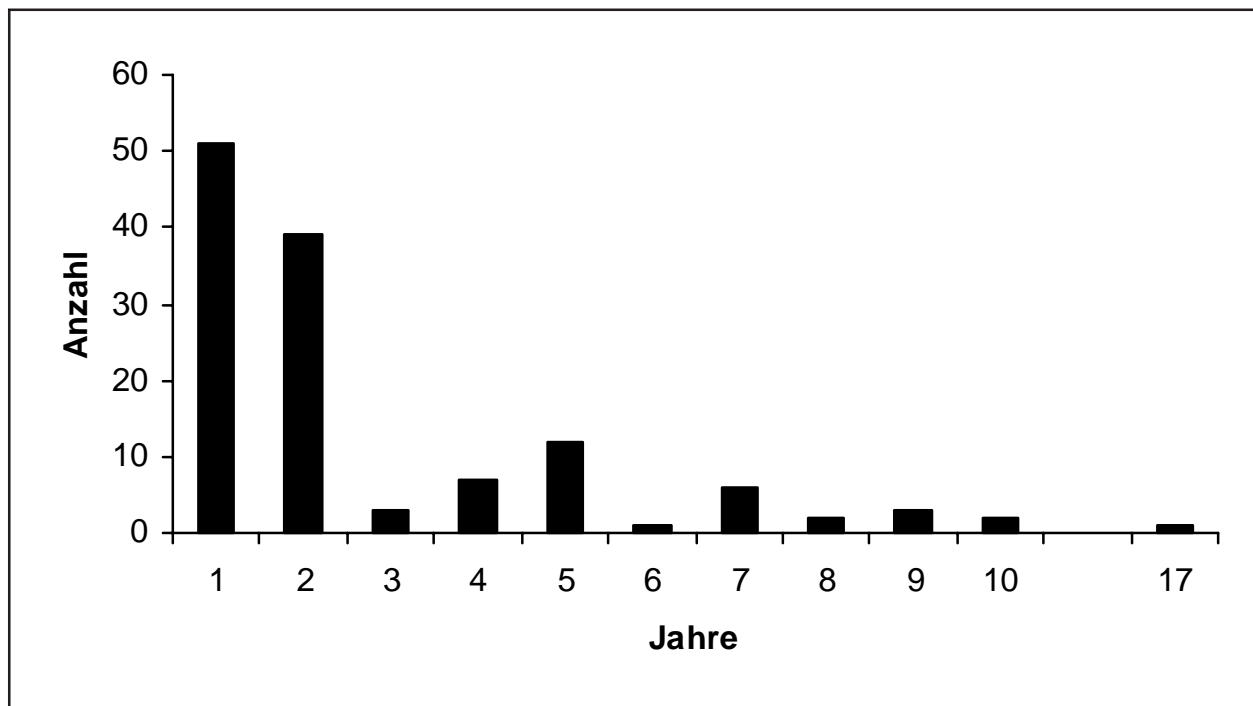


Abbildung 1. Zahl der Untersuchungsjahre von 127 Studien von Windkraftanlagen.
Figure 1. Number of study years of 127 wind farm impact studies.

Erwartungsgemäß lagen die meisten Daten von Vögeln der offenen Landschaft vor (Tabelle 3), Waldvögel waren kaum vertreten. Immerhin 39 Arten waren mit mindestens 10 Einträgen in der Datentabelle vertreten.

Die 127 ausgewerteten Studien unterschieden sich erheblich hinsichtlich des Untersuchungsansatzes und des Untersuchungsumfangs. Die Spanne reichte von Gelegenheitsbeobachtungen bis zu sehr fundierten, mehrjährigen Untersuchungen. Insgesamt liegen jedoch nur vergleichsweise wenige Studien vor, die wissenschaftlichen Ansprüchen insofern genügen, als dass sie von ihrer Anlage her für sich genommen die Möglichkeit eröffnen würden, einen Einfluss von Windkraftanlagen auf Vogelbestände statistisch zu belegen. Die Mindestansprüche für solche Untersuchungen bestehen darin, dass sie bereits vor der Errichtung beginnen und dass wenigstens zwei Jahre lang (bzw. während zweier Saisons) Daten erhoben werden, ohne dass Windkraftanlagen auf der Probefläche stehen. Die Untersuchungen während der Betriebszeit müssen wenigstens ebenso lange dauern. Zusätzlich sind Paralleluntersuchungen an einer Kontrollfläche ohne Windpark im selben Zeitraum notwendig, wobei ggf. weitere Faktoren (z. B. Landnutzung) berücksichtigt werden müssen. Diese Anforderungen gelten für den wissenschaftlichen Nachweis einer Auswirkung eines einzelnen Windparks auf Vogelbestände. Dies darf nicht mit Untersuchungen verwechselt werden, die für die Eignung eines Gebiets zur Windkraftnutzung durchzuführen sind. Hierfür gelten andere Kriterien.

Von den bisher ausgewerteten Literaturstellen wären nur diejenigen für eine formelle Meta-Analyse (Fernandez-Duque & Vallenggia, 1994) geeignet, die insgesamt mindestens vier Untersuchungsjahre bzw. die entsprechende Anzahl von Kontrollflächen aufwiesen. Dies war bei einer zu geringen Anzahl der Untersuchungen der Fall, so dass nach alternativen Methoden gesucht werden musste. Zwei Vorgehensweisen boten sich an: 1. Beschränkung der Auswertung auf die Studien, deren Ergebnisse statistisch signifikant waren, und 2. Auswertung aller

	Art	Anzahl
Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>	80
Feldlerche	<i>Alauda arvensis</i>	55
Lachmöwe	<i>Larus ridibundus</i>	47
Star	<i>Sturnus vulgaris</i>	40
Goldregenpfeifer	<i>Pluvialis apricaria</i>	39
Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>	37
Mäusebussard	<i>Buteo buteo</i>	35
Rabenkrähe	<i>Corvus corone corone</i>	35
Großer Brachvogel	<i>Numerius arquata</i>	33
Turnfalke	<i>Falco tinnunculus</i>	32
Wiesenpieper	<i>Anthus pratensis</i>	28
Silbermöwe	<i>Larus argentatus</i>	26
Austernfischer	<i>Haematopus ostralegus</i>	25
Hänfling	<i>Carduelis cannabina</i>	25
Amsel	<i>Turdus merula</i>	22
Ringeltaube	<i>Columba palumbus</i>	22
Rohrhammer	<i>Emberiza schoeniclus</i>	20
Sturmmöwe	<i>Larus canus</i>	18
Bachstelze	<i>Motacilla alba</i>	15
Graureiher	<i>Ardea cinerea</i>	15
Buchfink	<i>Fringilla coelebs</i>	14
Dorngrasmücke	<i>Sylvia communis</i>	14
Goldammer	<i>Emberiza citrinella</i>	14
Rotmilan	<i>Milvus milvus</i>	14
Rotschenkel	<i>Tringa totanus</i>	14
Schafstelze	<i>Motacilla flava</i>	13
Gänsegeier	<i>Gyps fulvus</i>	12
Kormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	12
Sumpfrohrsänger	<i>Acrocephalus palustris</i>	12
Uferschnepfe	<i>Limosa limosa</i>	12
Dohle	<i>Corvus monedula</i>	11
Pfeifente	<i>Anas penelope</i>	11
Rebhuhn	<i>Perdix perdix</i>	11
Reiherente	<i>Aythya fuligula</i>	11
Teichrohrsänger	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	11
Wachholderdrossel	<i>Turdus pilaris</i>	11
Blaumeise	<i>Parus caeruleus</i>	10
Braunkehlchen	<i>Saxicola rubetra</i>	10
Rauchschwalbe	<i>Hirundo rustica</i>	10

Tabelle 3. Vogelarten mit mindestens 10 Einträgen in der Datentabelle.

Table 3. Bird species with at least 10 records in the data base.

Untersuchungen, unabhängig von deren Qualität und Umfang. Für die Alternative 1 standen aus den oben erwähnten Gründen ebenfalls sehr wenige Untersuchungen zur Verfügung, die keine übergeordnete statistische Analyse erlaubt hätten, so dass für die weitere Auswertung Alternative 2 gewählt wurde.

Für das weitere Vorgehen wurden alle vorhandenen Ergebnisse in die Betrachtungen einbezogen. Es wurde nicht unterschieden, ob sie aufgrund umfangreicher Untersuchungen zustande gekommen waren, oder ob ihnen nur wenige Gelegenheitsbeobachtungen zugrunde lagen. Die Verwendung aller verfügbaren Untersuchungen besitzt den Nachteil, dass bei statistischen Verfahren Gelegenheitsbeobachtungen genauso bewertet werden wie umfangreiche Untersuchungen. Nicht ausgeschlossen werden kann, dass „extreme“ Beobachtungen häufiger publiziert werden als weniger spektakuläre Begebenheiten. Begleitumstände, die für die Interpretation der Daten im Einzelfall wichtig sein könnten, werden ebenfalls nicht

in vollem Umfang berücksichtigt. Der Vorteil des Verfahrens besteht aber darin, dass die Zahl der verwendbaren Studien groß ist und die Ergebnisse deshalb nicht so sehr von den Daten einzelner, vielleicht nicht typischer, aber gut untersuchter Fälle abhängen. Die Unabhängigkeit der Daten ist ebenfalls gewährleistet. Bei einer großen Zahl von Untersuchungen erhöht sich auch die Chance, dass sich Störfaktoren „herausmitteln“.

Die statistischen Tests in diesem Bericht verwenden, wenn nicht anders erwähnt, die Nullhypothese, dass die WKA keinen Einfluss auf den betrachteten Parameter hat (z.B. Bestandsgröße vor und nach der Errichtung der WKA). Die Alternativhypothese ist, dass die WKA einen Einfluss haben. Um den Test durchzuführen wird ermittelt, in wie vielen Untersuchungen sich negative Effekte der Windkraft ergeben haben (z.B. Bestandsrückgänge). Wie bereits erwähnt, wird dabei nicht berücksichtigt wie stark diese sind oder ob sie statistisch signifikant sind. Genauso wird ermittelt, wie viele Untersuchungen positive Effekte (z.B. Bestandszunahmen) als Ergebnis haben. Neutrale Ergebnisse (z.B. gleichbleibende Bestände) werden als positive Ergebnisse gewertet. Damit soll auf der einen Seite verhindert werden, die Nutzung der Windkraft fälschlicherweise mit negativen Effekten in Zusammenhang zu bringen. Auf der anderen Seite sollen die statistischen Nachweise negativer Effekte aussagekräftiger und sicherer gemacht und nicht durch neutrale Ergebnisse „verwässert“ werden. Für den Fall, dass sich die Windkraft nicht z.B. auf Vogelbestände auswirkt, ist ein annähernd ausgeglichenes Verhältnis von positiven und negativen Effekten zu erwarten. Unterscheidet sich die Häufigkeit von positiven und negativen Effekten stark, ist von einer Wirkung der Windkraft auszugehen. Der in diesen Fällen zu verwendende statistische Test ist der Vorzeichenstest bzw. der Binomialtest (Sachs, 1978). Da durch dieses Verfahren ein Teil der vorhandenen Information nicht genutzt wird (z.B. die Stärke der Effekte), ist es sehr konservativ, das heißt, dass es Unterschiede und Tendenzen nur dann aufdeckt und als signifikant ausweist, wenn diese sehr deutlich sind. Die statistischen Analysen wurden mit Hilfe des Programms SPSS 7.5 durchgeführt.

Da sich die einzelnen Vogel- und Fledermausarten hinsichtlich ihrer Biologie und Lebensraumsansprüche sehr stark voneinander unterscheiden, wurden die Auswertungen wenn möglich nach Arten getrennt vorgenommen. Nur in bestimmten Fällen erlaubte die Datenlage keine solche Differenzierung, und es mussten Artengruppen gebildet werden.

Es ist à priori davon auszugehen, dass Tiere, die sich vergleichsweise ortsfest an einem Brutort aufhalten, anders auf WKA reagieren als Tiere, die mit geringer Ortsbindung und wenigen örtlichen Erfahrungen ein Gebiet außerhalb ihrer Reproduktionszeit durchstreifen. Es wurde deshalb unterschieden, ob eine Untersuchung in der Brutzeit (Definition jeweils nach betrachteter Art) oder außerhalb derselben stattgefunden hatte. Da in den meisten zugrundeliegenden Untersuchungen nicht unterschieden wurde, welche Aktivitäten die untersuchten Tiere gerade ausübten (Nahrungssuche, Rast, Aufenthalt auf einem Schlafplatz), konnte dieser Faktor auch in diesem Bericht nicht berücksichtigt werden.

Die Aufteilung der Ergebnisse in die Kategorien „Auswirkungen auf die Bestände“, „Störwirkungen“, „Barrierewirkung für ziehende oder fliegende Vögel“ und „Kollisionen“ ergab sich im wesentlichen daraus, dass sich auch die ausgewerte-

ten Untersuchungen in diese Sparten einteilen ließen und andere Parameter nur selten untersucht wurden. Im Falle der „Störwirkungen“ wurden am Boden befindlicher oder jagender Vögel und Fledermäuse untersucht und auch deren Minimalabstände zu WKA betrachtet; im Falle der „Barrierewirkung“ handelte es sich um fliegende Vögel auf dem Zuge und/oder um regelmäßige Flüge z.B. zwischen Nahrungs- und Schlafplätzen.

3. Auswirkung der Windkraft auf Wirbeltiere

3.1 Non-lethale Wirkungen von WKA (Störungen, Verdrängung, Habitatverlust) auf Vögel

3.1.1 Bestandsveränderungen durch WKA

Zunächst soll der Frage nachgegangen werden, ob sich eine Auswirkung von WKA auf die Bestände von Vögeln nachweisen lässt. Dabei wurden nur die am Boden oder in der Vegetation rastenden, nahrungssuchenden oder brütenden Vögel berücksichtigt. Die Vögel auf ihrem Zug oder bei regelmäßigen Zugbewegungen werden in Kap. 3.1.3 behandelt. Da nur relativ wenige Windkraftstudien einen Vorher-Nachher-Vergleich zulassen (siehe Tab. 2), wurden auch die Untersuchungen herangezogen, die die Vogelbestände auf einem im Betrieb befindlichen Windpark mit den Beständen gleichartiger Flächen in der näheren Umgebung vergleichen. Jede einzelne dieser Untersuchungen ist für sich genommen nicht dazu geeignet, Effekte der Windkraftnutzung nachzuweisen, da die Lebensraumausstattung von Kontrollflächen natürlich nie absolut identisch mit der der Untersuchungsflächen ist. Selbst ein Vorher-Nachher-Vergleich ist für sich noch nicht beweiskräftig, da auch andere Gründe als die Windkraft für die beobachteten Bestandsveränderungen verantwortlich sein könnten, beispielsweise das Wetter oder überregionale Trends. Da, wie bereits oben erwähnt, die Untersuchungen sehr unterschiedlich waren, wurde für die Auswertung lediglich berücksichtigt, ob die WKA einen positiven oder negativen Effekt ausübten. Als negative Effekte wurden gewertet: Bestandsrückgänge nach dem Bau der WKA, verminderte Bestände im Windpark oder dessen unmittelbarer Umgebung im Vergleich zu Kontrollflächen. Als positive Effekte wurden dementsprechend Bestandszunahmen nach dem Bau der WKA bzw. erhöhte Bestände im Bereich der WKA gewertet. Wie stark der Effekt war und wie gut er belegt war, wurde nicht berücksichtigt. Waren keine Bestandsunterschiede erkennbar, wurde der Effekt als „positiv“ gewertet. Es sollte so verhindert werden, fälschlicherweise negative Effekte aufzuzeigen (s. o.).

Wenn keine Auswirkung der Windkraft vorhanden wäre, wäre ein ausgeglichenes Verhältnis von positiven und negativen Effekten zu erwarten. Ob diese Erwartung auch im statistischen Sinn erfüllt wurde, wurde mit Vorzeichentests, deren Nullhypothese die Gleichverteilung der Daten war, überprüft (Tab. 4).

Es lagen bei 40 Arten ausreichend viele Untersuchungen (mindestens sechs) für statistische Tests vor (Tab. 4). Zur Brutzeit konnte für keine Vogelart eine negative Auswirkung von WKA auf die Bestände nachgewiesen werden. Lediglich die untersuchten Wat- und Hühnervögel zeigten in der überwiegenden Zahl der Fälle geringere Bestände in Zusammenhang mit WKA. Bei den übrigen Arten überwogen positive bzw. neutrale Effekte. Zwei im Schilf brütende Vogelarten (Schilfrohrsänger und Rohrammer) zeigten sogar signifikant häufiger positive bzw. neutrale Reaktionen gegenüber WKA als negative.

Tabelle 4. Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Vogelbestände, Anzahlen positiver und negativer Effekte (Details siehe Text). Auswertung von Literaturstellen. Letzte Spalte: Ergebnisse von Vorzeichentests (statistisches Signifikanzniveau), ns: nicht signifikant. Grau hinterlegte Zeilen: negative Effekte überwiegen.

Table 4. Impacts of wind farms on bird populations as revealed from literature. The figures show numbers of studies showing positive or negative effects. Positive effect: 1) Density of birds higher or equal after construction of the wind farm or 2) density of birds close to wind farm higher than or equal to density to control sites. Grey shadings indicate predominating negative effects. The last column gives the result of sign tests.

Art		Nicht negative Effekte	Negative Effekte	Stat. Sign.
Brutzeit				
Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>	6	5	ns
Mäusebussard	<i>Buteo buteo</i>	3	3	ns
Rebhuhn	<i>Perdix perdix</i>	4	5	ns
Wachtel	<i>Coturnix coturnix</i>	1	5	ns
Uferschnepfe	<i>Limosa limosa</i>	5	6	ns
Rotschenkel	<i>Tringa totanus</i>	2	9	ns
Austernfischer	<i>Haematopus ostralegus</i>	6	7	ns
Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>	11	18	ns
Feldlerche	<i>Alauda arvensis</i>	15	15	ns
Wiesenspiper	<i>Anthus pratensis</i>	15	7	ns
Schafstelze	<i>Motacilla flava</i>	7	3	ns
Bachstelze	<i>Motacilla alba</i>	4	4	ns
Braunkehlchen	<i>Saxicola rubetra</i>	2	6	ns
Schwarzkehlchen	<i>Saxicola torquata</i>	5	1	ns
Amsel	<i>Turdus merula</i>	5	4	ns
Zaunkönig	<i>Troglodytes troglodytes</i>	5	1	ns
Fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	4	2	ns
Zilpzalp	<i>Phylloscopus collybita</i>	4	2	ns
Schilfrohrsänger	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	8	0	0,05
Teichrohrsänger	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	6	1	ns
Sumpfrohrsänger	<i>Acrocephalus palustris</i>	6	4	ns
Dorngrasmücke	<i>Sylvia communis</i>	8	4	ns
Blaumeise	<i>Parus caeruleus</i>	4	3	ns
Goldammer	<i>Emberiza citrinella</i>	4	5	ns
Rohrhammer	<i>Emberiza schoeniclus</i>	10	2	0,05
Hänfling	<i>Carduelis cannabina</i>	2	6	ns
Aaskrähe	<i>Corvus corone</i>	6	2	ns
Amsel	<i>Turdus merula</i>	5	4	ns
Außerhalb der Brutzeit (Rastbestände)				
Graureiher	<i>Ardea cinerea</i>	5	1	ns
Pfeifente	<i>Anas penelope</i>	0	9	0,01
Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>	3	7	ns
Reiherente	<i>Aythya fuligula</i>	2	6	ns
Rotmilan	<i>Milvus milvus</i>	3	4	ns
Mäusebussard	<i>Buteo buteo</i>	10	10	ns
Turmfalke	<i>Falco tinnunculus</i>	13	7	ns
Großer Brachvogel	<i>Numenius arquata</i>	11	19	ns
Austernfischer	<i>Haematopus ostralegus</i>	4	3	ns
Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>	12	29	0,05
Goldregenpfeifer	<i>Pluvialis apricaria</i>	8	21	0,05
Sturmmöwe	<i>Larus canus</i>	3	5	ns
Silbermöwe	<i>Larus argentatus</i>	2	4	ns
Lachmöwe	<i>Larus ridibundus</i>	14	5	ns
Ringeltaube	<i>Columba palumbus</i>	1	6	ns
Feldlerche	<i>Alauda arvensis</i>	4	2	ns
Wachholderdrossel	<i>Turdus pilaris</i>	1	5	ns
Star	<i>Sturnus vulgaris</i>	17	5	0,05
Aaskrähe	<i>Corvus corone</i>	12	7	ns
Gänse		1	12	0,01

Für die Untersuchungen außerhalb der Brutzeit ergab sich ein deutlich anderes Bild. Die negativen Auswirkungen der WKA dominierten und für Gänse (Bless-, Saat-, Grau- und Nonnengänse zusammengefasst), Pfeifenten, Kiebitze und Goldregenpfeifer ergab sich jeweils statistisch gesichert mehr negative als positive Effekte. Eine Ausnahme war der Star, für den signifikant mehr positive (bzw. neutrale) Effekte gezählt werden konnten.

Insgesamt bestätigt sich damit das auch schon zuvor bekannte Bild mit eher geringen Auswirkungen von WKA auf Brutvögel und deutlicheren Auswirkungen auf Gastvögel (Langston, 2002; Reichenbach, 2003), die hier auch statistisch nachgewiesen werden konnten.

3.1.2 Mindestabstände von Vogelvorkommen zu Windkraftanlagen

In vielen Studien wird über die Scheuchwirkung von WKA berichtet. Es werden Abstände genannt, die Vögel zu Windkraftanlagen einhalten. Für insgesamt 28 Arten lagen jeweils mindestens fünf Untersuchungen vor, aus denen in Tab. 5 Mediane und Mittelwerte der Minimalentfernungen berechnet werden konnten. Die Untersuchungen sind zum Teil dieselben, die im Kapitel zuvor für die Analyse der Auswirkungen der WKA auf die Bestände verwendet wurden.

Die Daten weisen eine sehr große Streuung auf. Dies zeigt sich sowohl beim Vergleich zwischen den Arten als auch innerhalb der einzelnen Arten. So sind die Standardabweichungen (als Maß der Streuung) in Tab. 5 teilweise sehr hoch. Auch die grafische Darstellung einiger Ergebnisse (Abb. 2 bis 13) belegt die hohe Varianz. Die Gründe hierfür liegen darin, dass auch Gelegenheitsbeobachtungen verwendet wurden, die naturgemäß eine höhere Streuung aufweisen, und darin, dass es große Unterschiede zwischen den einzelnen Windparks gab (mehr dazu siehe unten).

Trotz der großen Streuung lassen sich einige Tendenzen klar erkennen. Während der Brutzeit waren geringere Meidungsabstände zu erkennen als außerhalb der Brutzeit. Lediglich einige Watvogelarten mieden offensichtlich zu allen Zeiten die Nähe von Windkraftanlagen. Der außergewöhnlich hohe Wert für die Uferschnepfe (Tab. 5) hängt sicherlich auch damit zusammen, dass diese Art insgesamt relativ selten ist, so dass hohe Abstände der Brutplätze von Windkraftanlagen auch durch Zufälle entstehen konnten. Ein direkter Nachweis, dass Uferschnepfenbestände von Windkraftanlagen vermindert werden, konnte bisher nicht erbracht werden (Ketzenberg et al., 2002). Die Diagramme brütender Feldlerchen und Rohrammern zeigen, dass nur ausnahmsweise Abstände von mehr als 200 m beobachtet wurden und sich die Mehrzahl der Vögel auch im unmittelbaren Bereich der WKA aufhielt.

Außerhalb der Brutzeit wurden generell höhere Mindestabstände zu WKA festgestellt. Vögel der offenen Landschaft, also Gänse, Enten und Watvögel hielten erwartungsgemäß im Allgemeinen Abstände von mehreren Hundert Metern zu WKA ein. Besonders empfindlich waren Gänse. Bemerkenswerte Ausnahmen waren Graureiher, Greifvögel, Austernfischer, Möwen, Stare und Krähen, die oft dicht an

Tabelle 5. Minimalabstände verschiedener Vogelarten zu Windkraftanlagen. Auswertung verschiedener Studien. SD: Standardabweichung.

Table 5. Minimal distances to wind farms in studies of different bird species.

Art		Anzahl Studien	Median	Mittelwert	SD
Brutzeit					
Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>	8	113	103	56
Uferschnepfe	<i>Limosa limosa</i>	5	300	436	357
Austernfischer	<i>Haematopus ostralegus</i>	8	25	85	113
Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>	13	100	108	110
Rotschenkel	<i>Tringa totanus</i>	6	188	183	111
Feldlerche	<i>Alauda arvensis</i>	20	100	93	71
Wiesenpieper	<i>Anthus pratensis</i>	9	0	41	53
Schafstelze	<i>Motacilla flava</i>	7	50	89	107
Amsel	<i>Turdus merula</i>	5	100	82	76
Fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	5	50	42	40
Zilpzalp	<i>Phylloscopus collybita</i>	5	50	42	40
Schilfrohrsänger	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	7	0	14	24
Teichrohrsänger	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	11	25	56	70
Sumpfrohrsänger	<i>Acrocephalus palustris</i>	9	25	56	68
Dorngrasmücke	<i>Sylvia communis</i>	9	100	79	65
Rohrhammer	<i>Emberiza schoeniclus</i>	13	25	56	70
Hänfling	<i>Carduelis cannabina</i>	5	125	135	29
Außerhalb der Brutzeit					
Graureiher	<i>Ardea cinerea</i>	6	30	65	97
Pfeifente	<i>Anas penelope</i>	9	300	311	163
Schwäne		8	125	150	139
Gänse		13	300	373	226
Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>	9	200	161	139
Tauchenten		12	213	219	122
Mäusebussard	<i>Buteo buteo</i>	15	25	50	53
Turmfalke	<i>Falco tinnunculus</i>	14	0	26	45
Großer Brachvogel	<i>Numenius arquata</i>	24	190	212	176
Austernfischer	<i>Haematopus ostralegus</i>	6	15	55	81
Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>	32	135	260	410
Bekassine	<i>Gallinago gallinago</i>	5	300	403	221
Goldregenpfeifer	<i>Pluvialis apricaria</i>	22	135	175	167
Ringeltaube	<i>Columba palumbus</i>	5	100	160	195
Sturmmöwe	<i>Larus canus</i>	6	50	113	151
Lachmöwe	<i>Larus ridibundus</i>	15	0	97	211
Feldlerche	<i>Alauda arvensis</i>	6	0	38	59
Star	<i>Sturnus vulgaris</i>	16	0	30	54
Askrähe	<i>Corvus corone</i>	16	0	53	103

WKA oder innerhalb von Windparks beobachtet werden konnte. Für die empfindlichen Arten lässt sich aus Tab. 5 ein Mindestabstand von 400m bis 500m von WKA zu Rastplätzen ableiten. Bei höheren Abständen dürfte es nur noch ausnahmsweise zu Beeinträchtigungen kommen. Die Ergebnisse decken sich damit weitgehend mit den Resultaten der umfangreicheren Einzelstudien zum Thema (Kruckenberg & Jaene, 1999; Reichenbach, 2003; Schreiber, 1993b; Schreiber, 1999).

Bei der Beurteilung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass für nur relativ wenige Arten eine größere Anzahl von Untersuchungen ausgewertet werden konnte. Viele Arten sind nicht oder kaum untersucht. Dies gilt besonders auch für Arten, die in der öffentlichen Diskussion stehen (Störche, Greifvögel, Kranich). Die Liste der gegenüber WKA störepfindlichen Arten ist also keinesfalls abgeschlossen.

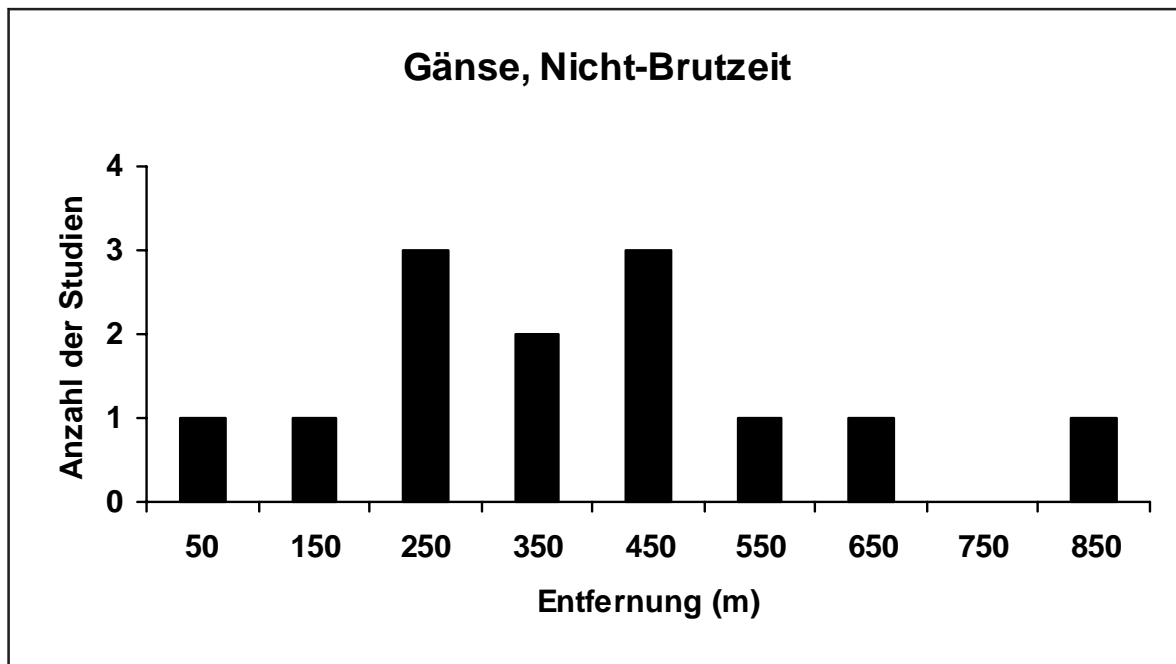


Abbildung 2. Minimalabstände von Gänse-Rastvorkommen zu Windkraftanlagen. Angegeben sind jeweils die Anzahl der Studien (Ordinate), bei denen die auf der Abszisse markierte Minimalentfernungen bzw. Wirkungsabstände für die Störung festgestellt wurden.

Figure 2. Minimal distances to wind farms of geese during the non-breeding season. The heights of the columns show the numbers of studies. The minimum distances to wind farms (or the distances up to which disturbances could be noticed) are shown on the x-axis.

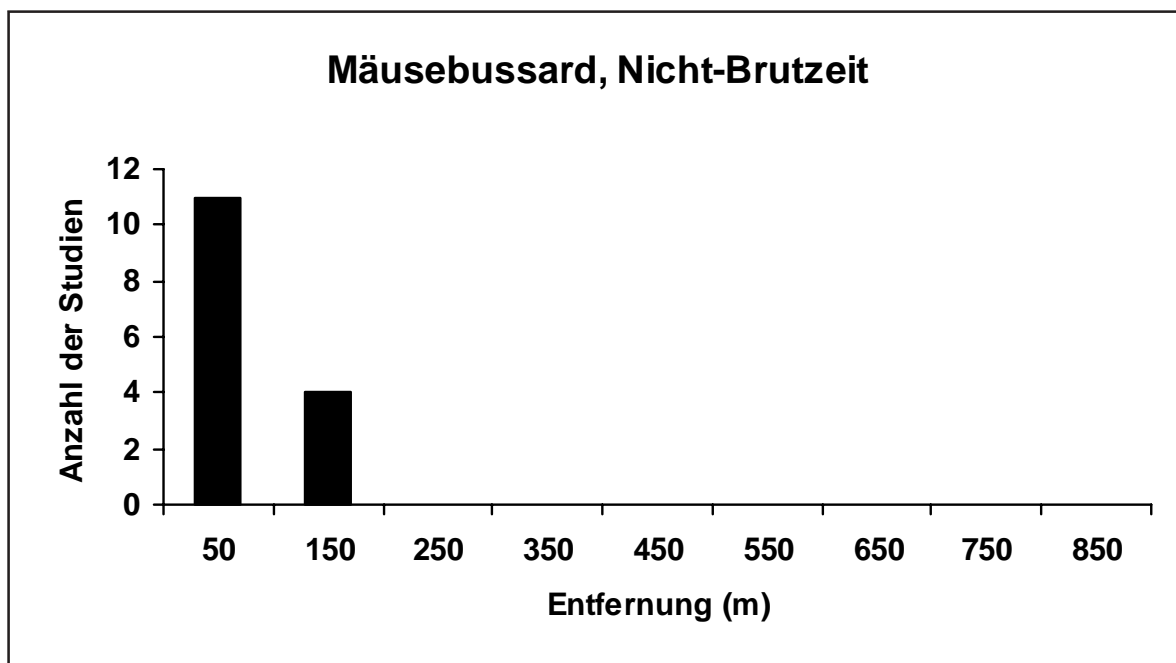


Abbildung 3. Minimalabstände von Rastvorkommen des Mäusebussards zu Windkraftanlagen. Angegeben sind jeweils die Anzahl der Studien (Ordinate), bei denen die auf der Abszisse markierte Minimalentfernungen bzw. Wirkungsabstände für die Störung festgestellt wurden.

Figure 3. Minimal distances to wind farms of Common Buzzards during the non-breeding season. The heights of the columns show the numbers of studies. The minimum distances to wind farms (or the distances up to which disturbances could be noticed) are shown on the x-axis.

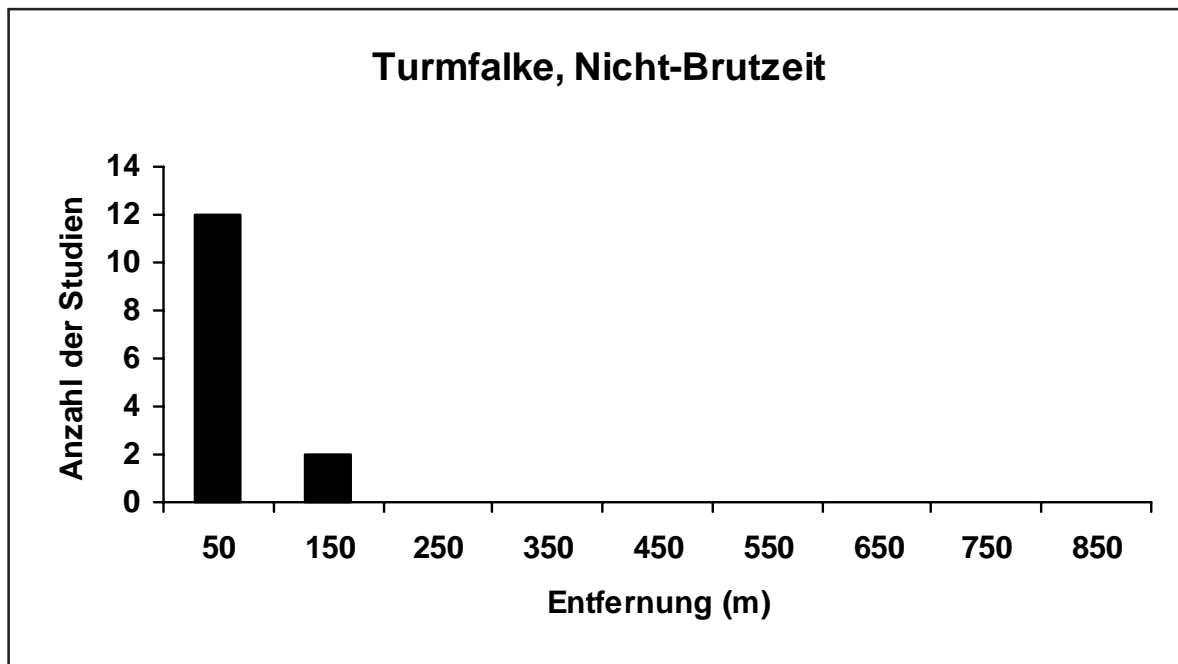


Abbildung 4. Minimalabstände von Rastvorkommen des Turmfalken zu Windkraftanlagen. Angegeben sind jeweils die Anzahl der Studien (Ordinate), bei denen die auf der Abszisse markierte Minimalentfernungen bzw. Wirkungsabstände für die Störung festgestellt wurden.

Figure 4. Minimal distances to wind farms of Kestrels during the non-breeding season. The heights of the columns show the numbers of studies. The minimum distances to wind farms (or the distances up to which disturbances could be noticed) are shown on the x-axis.

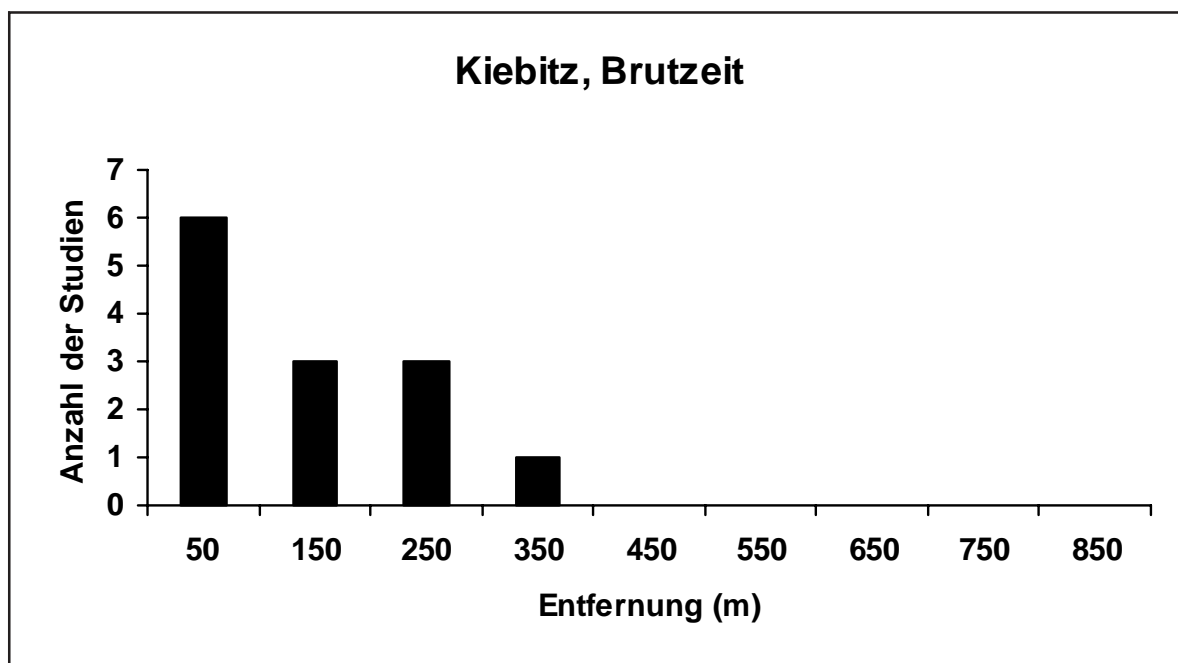


Abbildung 5 . Minimalabstände von Rastvorkommen des Kiebitz' zu Windkraftanlagen. Angegeben sind jeweils die Anzahl der Studien (Ordinate), bei denen die auf der Abszisse markierte Minimalentfernungen bzw. Wirkungsabstände für die Störung festgestellt wurden.

Figure 5. Minimal distances to wind farms of Lapwings during the breeding season. The heights of the columns show the numbers of studies. The minimum distances to wind farms (or the distances up to which disturbances could be noticed) are shown on the x-axis.

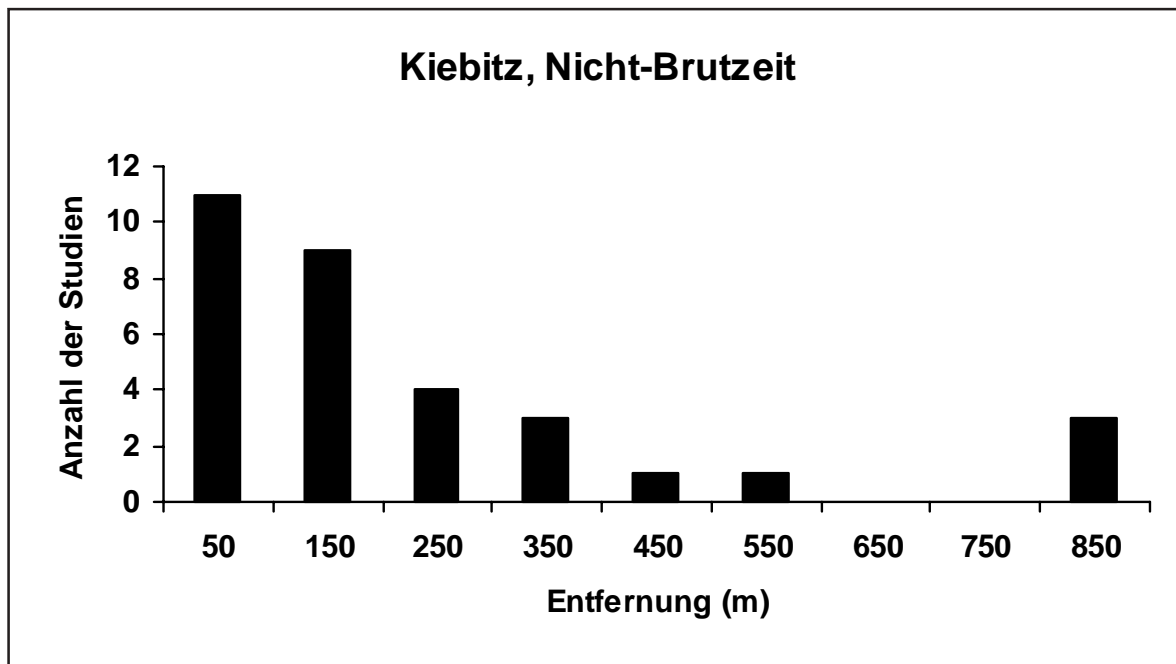


Abbildung 6. Minimalabstände von Rastvorkommen des Kiebitzes zu Windkraftanlagen. Angegeben sind jeweils die Anzahl der Studien (Ordinate), bei denen die auf der Abszisse markierte Minimalentfernungen bzw. Wirkungsabstände für die Störung festgestellt wurden.

Figure 6. Minimal distances to wind farms of Lapwings during the non-breeding season. The heights of the columns show the numbers of studies. The minimum distances to wind farms (or the distances up to which disturbances could be noticed) are shown on the x-axis.

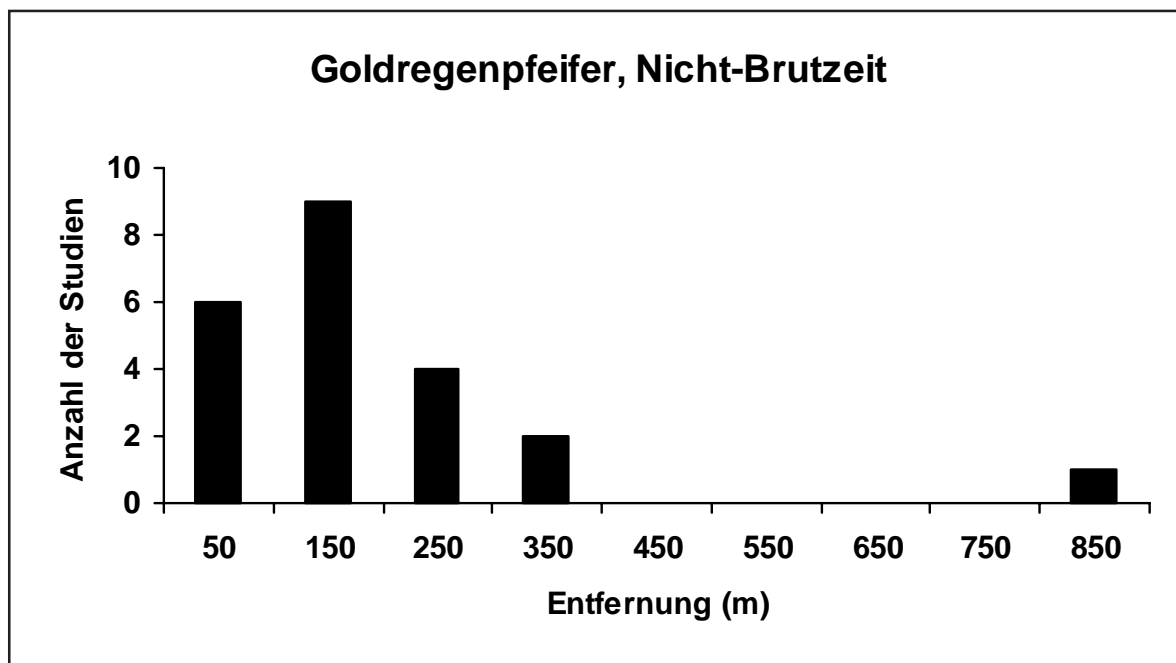


Abbildung 7. Minimalabstände von Rastvorkommen des Goldregenpfeifers zu Windkraftanlagen. Angegeben sind jeweils die Anzahl der Studien (Ordinate), bei denen die auf der Abszisse markierte Minimalentfernungen bzw. Wirkungsabstände für die Störung festgestellt wurden.

Figure 7. Minimal distances to wind farms of Golden Plovers during the non-breeding season. The heights of the columns show the numbers of studies. The minimum distances to wind farms (or the distances up to which disturbances could be noticed) are shown on the x-axis.

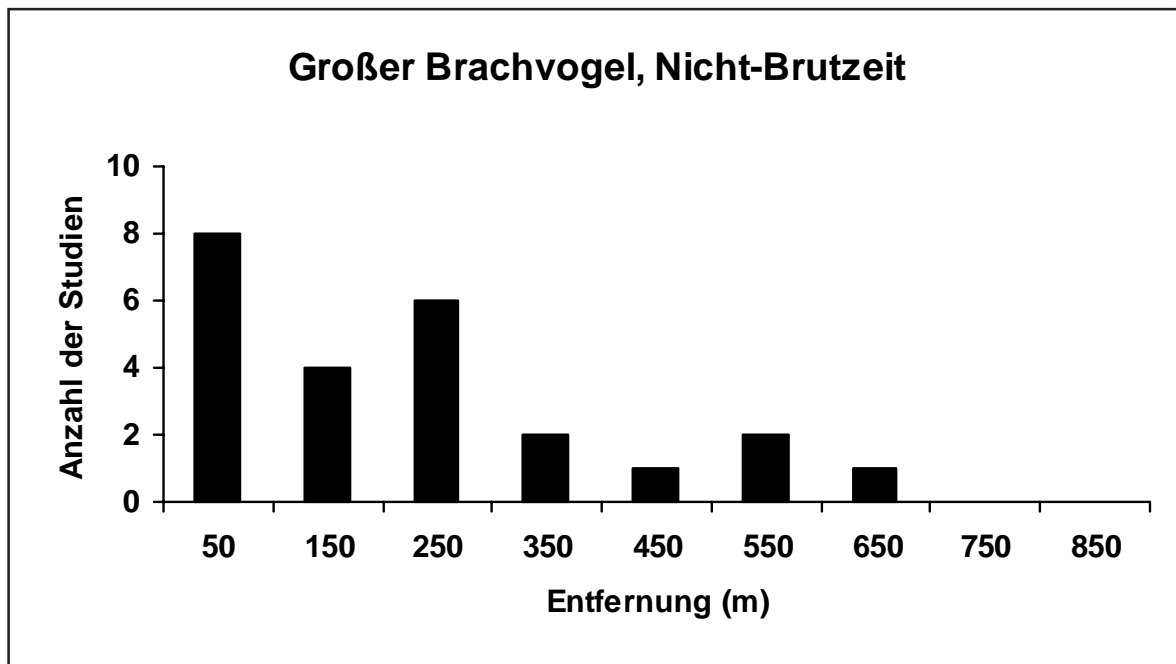


Abbildung 8. Minimalabstände von Rastvorkommen des Großen Brachvogels zu Windkraftanlagen. Angegeben sind jeweils die Anzahl der Studien (Ordinate), bei denen die auf der Abszisse markierte Minimalentfernungen bzw. Wirkungsabstände für die Störung festgestellt wurden.

Figure 8. Minimal distances to wind farms of Curlews during the non-breeding season. The heights of the columns show the numbers of studies. The minimum distances to wind farms (or the distances up to which disturbances could be noticed) are shown on the x-axis.

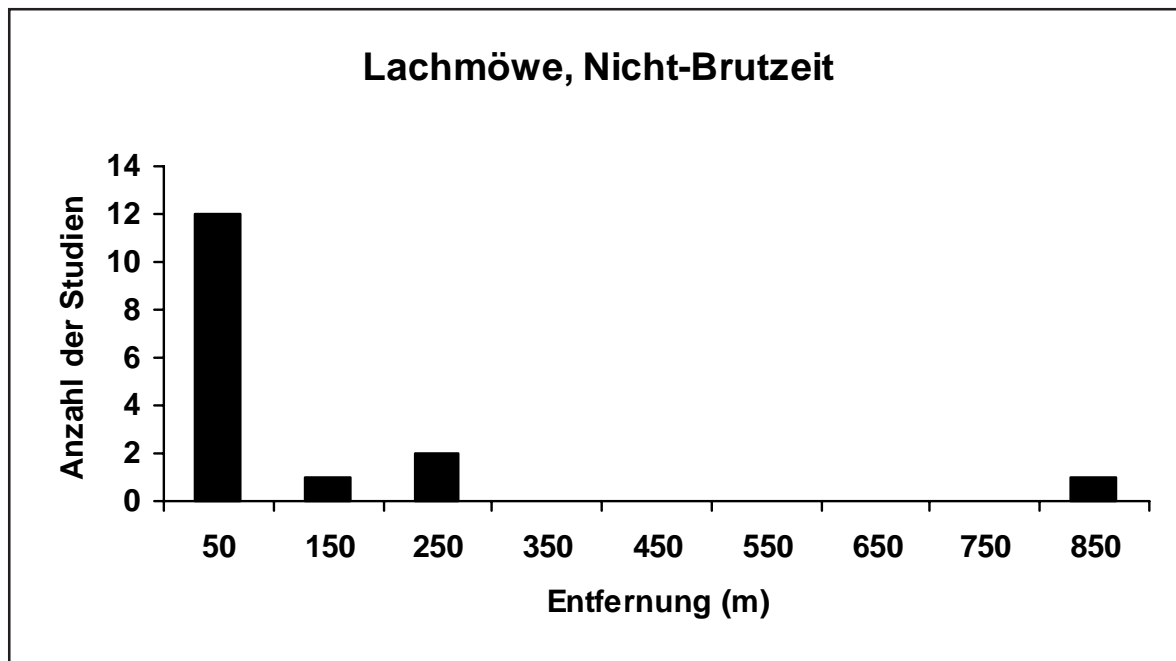


Abbildung 9. Minimalabstände von Rastvorkommen der Lachmöwe zu Windkraftanlagen. Angegeben sind jeweils die Anzahl der Studien (Ordinate), bei denen die auf der Abszisse markierte Minimalentfernungen bzw. Wirkungsabstände für die Störung festgestellt wurden.

Figure 9. Minimal distances to wind farms of Black-headed Gulls during the non-breeding season. The heights of the columns show the numbers of studies. The minimum distances to wind farms (or the distances up to which disturbances could be noticed) are shown on the x-axis.

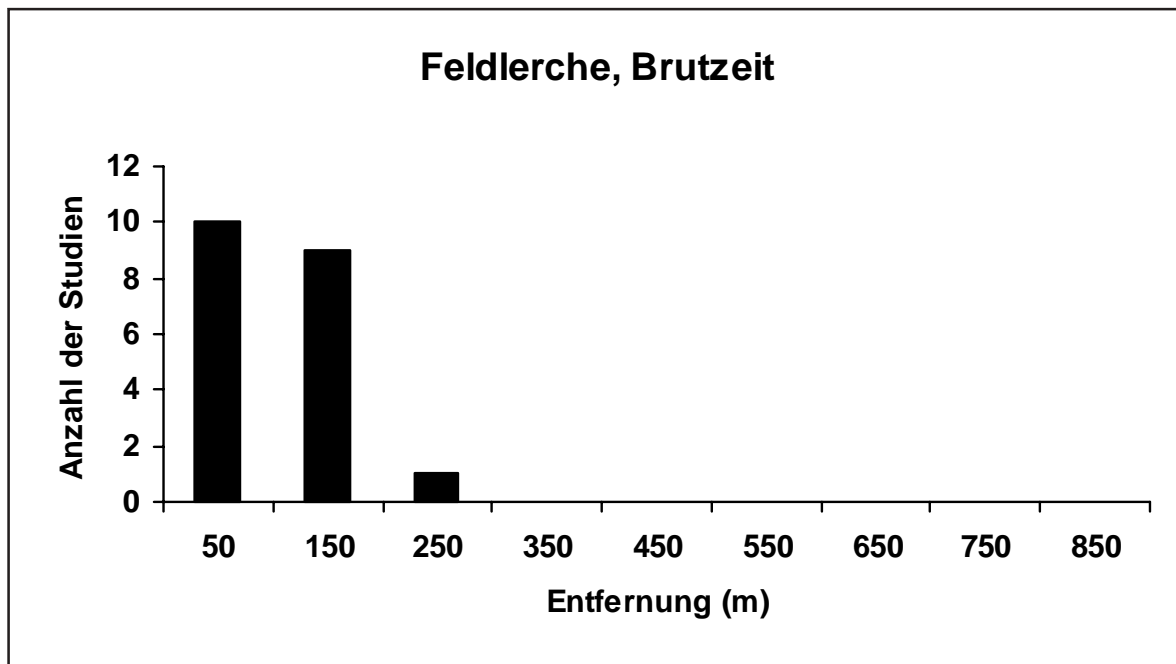


Abbildung 10. Minimalabstände von Brutvorkommen der Feldlerche zu Windkraftanlagen. Angegeben sind jeweils die Anzahl der Studien (Ordinate), bei denen die auf der Abszisse markierte Minimalentfernungen bzw. Wirkungsabstände für die Störung festgestellt wurden.

Figure 10. Minimal distances to wind farms of Skylarks during the breeding season. The heights of the columns show the numbers of studies. The minimum distances to wind farms (or the distances up to which disturbances could be noticed) are shown on the x-axis.

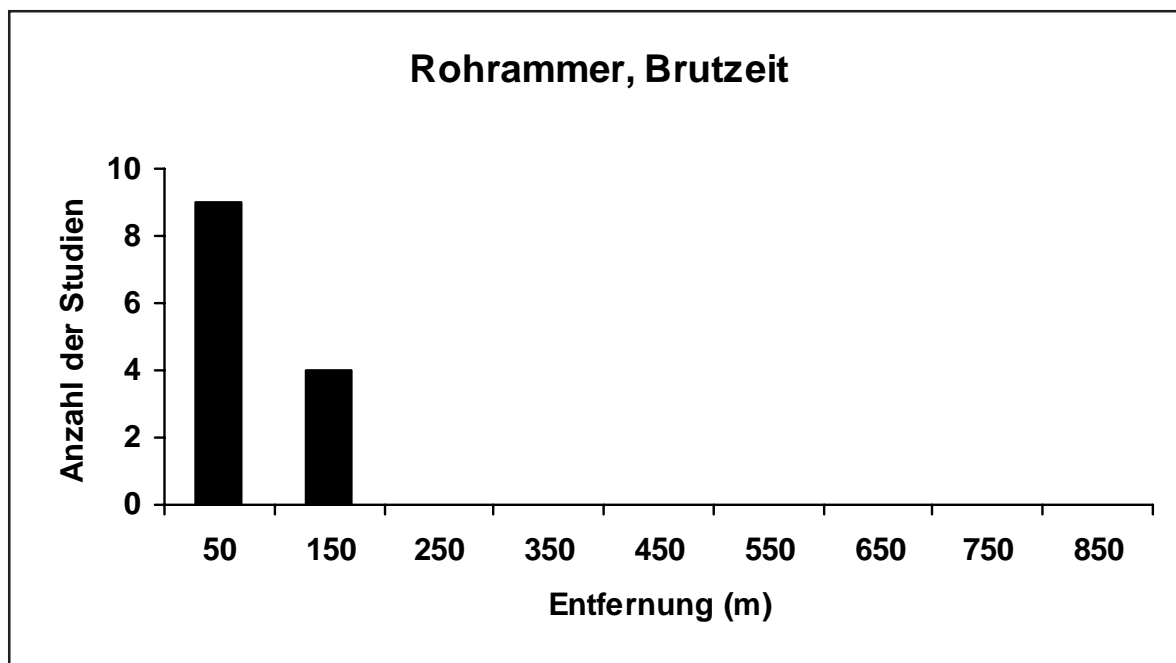


Abbildung 11. Minimalabstände von Brutvorkommen der Rohrhammer zu Windkraftanlagen. Angegeben sind jeweils die Anzahl der Studien (Ordinate), bei denen die auf der Abszisse markierte Minimalentfernungen bzw. Wirkungsabstände für die Störung festgestellt wurden.

Figure 11. Minimal distances to wind farms of Reed Buntings during the breeding season. The heights of the columns show the numbers of studies. The minimum distances to wind farms (or the distances up to which disturbances could be noticed) are shown on the x-axis.

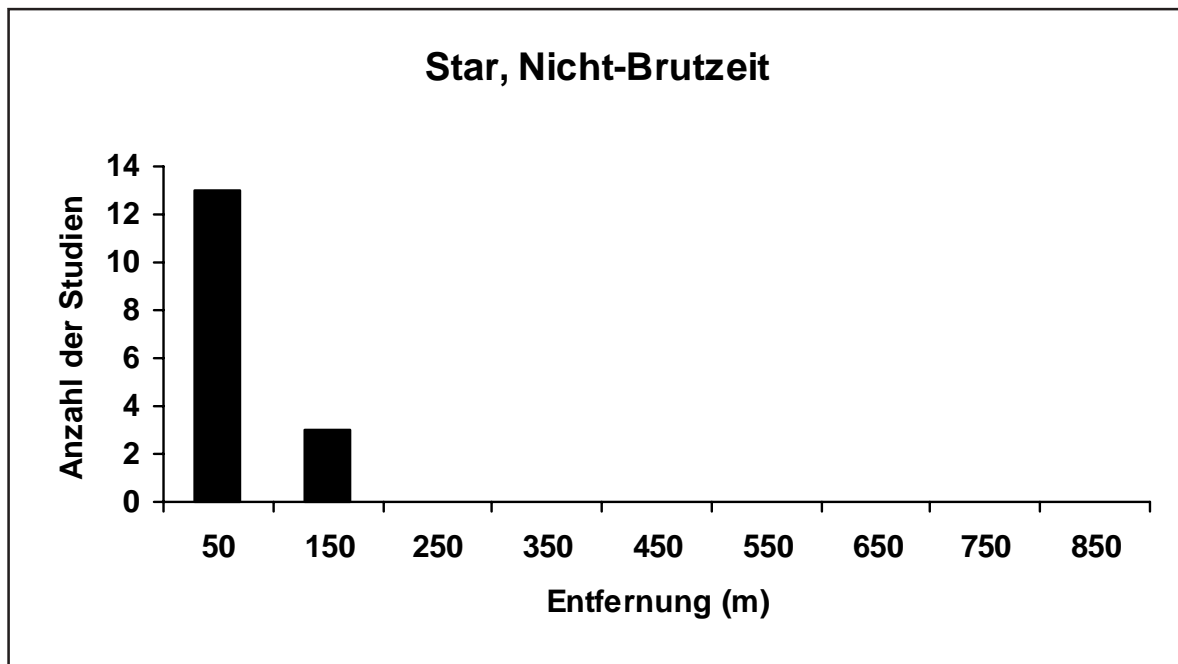


Abbildung 12. Minimalabstände von Rastvorkommen des Stares zu Windkraftanlagen. Angegeben sind jeweils die Anzahl der Studien (Ordinate), bei denen die auf der Abszisse markierte Minimalentfernungen bzw. Wirkungsabstände für die Störung festgestellt wurden.

Figure 12. Minimal distances to wind farms of Starlings during the non-breeding season. The heights of the columns show the numbers of studies. The minimum distances to wind farms (or the distances up to which disturbances could be noticed) are shown on the x-axis.

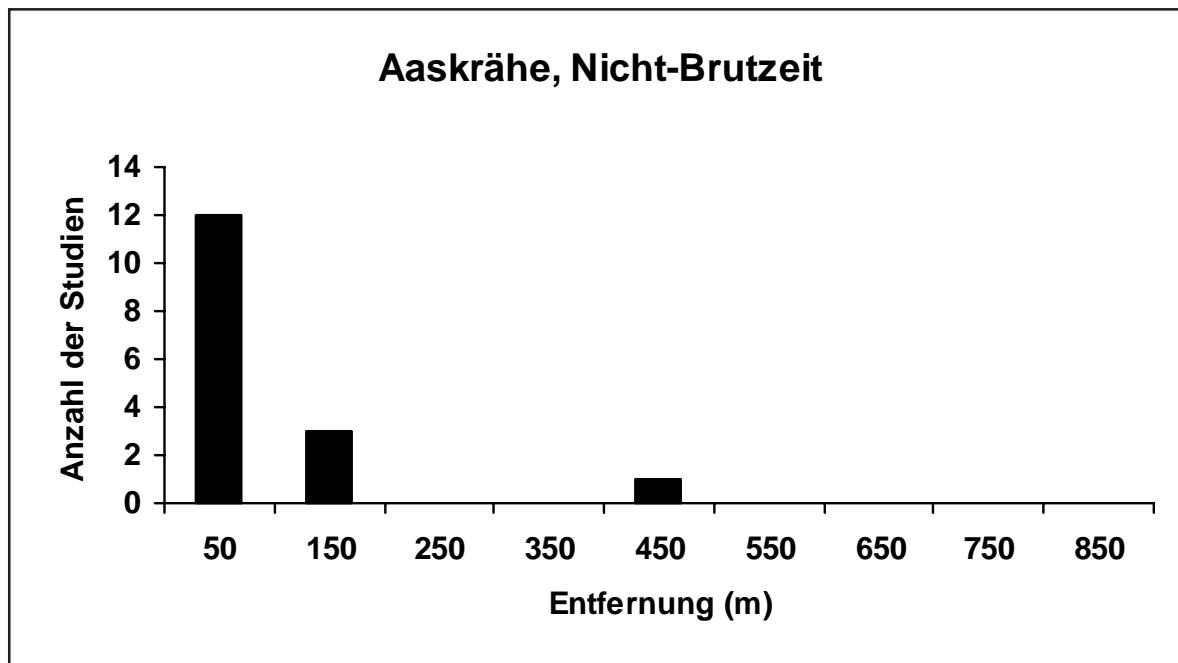


Abbildung 13. Minimalabstände von Rastvorkommen der Aaskrähe zu Windkraftanlagen. Angegeben sind jeweils die Anzahl der Studien (Ordinate), bei denen die auf der Abszisse markierte Minimalentfernungen bzw. Wirkungsabstände für die Störung festgestellt wurden.

Figure 13. Minimal distances to wind farms of Carrion Crows during the non-breeding season. The heights of the columns show the numbers of studies. The minimum distances to wind farms (or the distances up to which disturbances could be noticed) are shown on the x-axis.

Gewöhnung von Vögeln an WKA

Tiere können sich an bestimmte, immer wiederkehrende Störreize gewöhnen. Im Falle von WKA könnte dies bedeuten, dass sich die Abstände, die Vögel von den Anlagen einhalten, in den Jahren nach deren Bau verringern. Die negativen Auswirkungen der WKA würden damit geringer, weniger Vögel würden aus ihrem Bereich verdrängt. Der Begriff „Gewöhnung“ wird hier nicht im strengen verhaltenskundlichen Sinne sondern umgangssprachlich benutzt. In der Ethologie wird die Fähigkeit eines Tieres, sich an wiederholt auftretende Reize, die weder mit positiven noch negativen Folgen verbunden sind, zu gewöhnen und nicht mehr auf sie zu reagieren, als Gewöhnung bezeichnet (Immelmann, 1976). In diesem Text wird mit dem Begriff das Phänomen beschrieben, dass sich Vögel im Laufe der Zeit stärker an WKA annähern können. Der Nachweis, ob dies auf einer Gewöhnung auf individueller Basis beruht, konnte dabei nicht erbracht werden.

In insgesamt 11 Studien lagen verwertbare Daten aus mindestens zwei Jahren nach der Errichtung der WKA vor. Da pro Studie oft mehrere Arten betrachtet wurden, ergaben sich daraus 122 Datensätze. In nur wenigen der zugrundeliegenden Studien wurde das Thema „Gewöhnung“ explizit untersucht. Wenn Beobachtungen vorlagen, die auf eine Gewöhnung hindeuteten (Annäherung an die WKA nach einigen Jahren; Bestandserhöhung im Bereich von WKA einige Jahre nach deren Bau), konnte zumeist nicht vollständig ausgeschlossen werden, dass diese durch andere Faktoren wie z.B. Habitatveränderungen ausgelöst wurden. Auch wegen der sehr unterschiedlichen Qualität der Daten wurde wiederum das Verfahren gewählt, das auch vielen anderen Auswertungen dieses Berichtes zugrunde liegt. Es wurden die Fälle gezählt, die auf eine Gewöhnung hindeuten (siehe oben) und der Zahl der Fälle gegenübergestellt, die nicht auf eine Gewöhnung hindeuten. Würden die Fälle mit Gewöhnung stark überwiegen, könnte man von einem verbreiteten Phänomen sprechen. Wäre das nicht der Fall, würden sich also die Fälle mit oder ohne Gewöhnung die Waage halten oder gar die Fälle ohne Gewöhnungseffekte überwiegen, müsste angezweifelt werden, dass sich Vögel in großem Umfang an WKA gewöhnen.

Bezüglich der Brutvögel gibt es in 38 von 84 Fällen Hinweise auf eine Gewöhnung an WKA, das entspricht 45%, also weniger als der Hälfte. Für die Rastvögel lauten die entsprechenden Werte 25 von 38 Fällen. Rastvögel schienen sich also in mehr als der Hälfte der Fälle (66%) an WKA zu gewöhnen. Keines der Ergebnisse weicht jedoch statistisch signifikant von einer Zufallsverteilung ab, also einem Gleichstand von Fällen mit und ohne Gewöhnung.

Nur in wenigen Fällen lag eine ausreichende Datenbasis für einzelne Arten vor (Tab. 6). Für Kiebitze in der Brutzeit deuteten die Ergebnisse von sechs Studien darauf hin, dass keine Gewöhnung vorlag während zwei Studien eine Gewöhnung vermuten ließen. Außerhalb der Brutzeit wiesen drei von fünf Studien auf eine Gewöhnung hin. Für Feldlerchen und Wiesenpieper lagen jeweils sechs Studien zur Brutzeit vor, von denen jeweils drei auf eine Gewöhnung deuteten.

Die beobachteten Gewöhnungseffekte waren in den meisten Fällen sehr gering. Auch wenn es in einzelnen Fällen nicht ausgeschlossen werden kann, dass es tatsächlich Gewöhnungen von Vögeln an WKA gibt, wird jedoch aus den vorhande-

Tabelle 6. Anzahl der Studien mit und ohne Hinweise auf Gewöhnung (zu- oder abnehmende Abstände zu WKA) im Verlauf mehrjähriger Untersuchungen.

Table 6. Numbers of studies with and without indications of habituation of birds to wind farms. A decreasing minimal distance between birds and wind farms in the course of study years is considered as an indication of habituation, the reverse is considered as the lack of habituation.

Art		Anzahl der Fälle ohne Hinweise auf Gewöhnung (zunehmende Abstände zu WKA)	Anzahl der Fälle mit Hinweisen auf Gewöhnung (abnehmende Abstände zu WKA)
Brutzeit			
Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>	0	2
Rebhuhn	<i>Perdix perdix</i>	0	4
Wachtel	<i>Coturnix coturnix</i>	0	1
Fasan	<i>Phasianus colchicus</i>	0	1
Teichhuhn	<i>Gallinula chloropus</i>	0	1
Austernfischer	<i>Haematopus ostralegus</i>	2	2
Bekassine	<i>Gallinago gallinago</i>	0	1
Großer Brachvogel	<i>Numenius arquata</i>	1	0
Uferschnepfe	<i>Limosa limosa</i>	1	2
Rotschenkel	<i>Tringa totanus</i>	3	1
Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>	6	2
Ringeltaube	<i>Columba palumbus</i>	1	0
Feldlerche	<i>Alauda arvensis</i>	3	3
Wiesenpieper	<i>Anthus pratensis</i>	3	3
Bachstelze	<i>Motacilla alba</i>	1	0
Schafstelze	<i>Motacilla flava</i>	0	2
Neuntöter	<i>Lanius collurio</i>	0	1
Heckenbraunelle	<i>Prunella modularis</i>	0	1
Steinschmätzer	<i>Oenanthe oenanthe</i>	0	1
Braunkehlchen	<i>Saxicola rubetra</i>	1	2
Schwarzkehlchen	<i>Saxicola torquata</i>	1	1
Gartenrotschwanz	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	1	0
Grauschnäpper	<i>Muscicapa striata</i>	1	0
Zaunkönig	<i>Troglodytes troglodytes</i>	0	1
Misteldrossel	<i>Turdus viscivorus</i>	1	0
Amsel	<i>Turdus merula</i>	1	0
Singdrossel	<i>Turdus philomelos</i>	1	0
Feldschwirl	<i>Locustella naevia</i>	1	1
Schilfrohrsänger	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	1	2
Teichrohrsänger	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	0	2
Sumpfrohrsänger	<i>Acrocephalus palustris</i>	1	0
Gelbspötter	<i>Hippolais icterina</i>	1	0
Mönchgrasmücke	<i>Sylvia atricapilla</i>	1	0
Gartengrasmücke	<i>Sylvia borin</i>	1	0
Dorngrasmücke	<i>Sylvia communis</i>	1	0
Zilpzalp	<i>Phylloscopus colybita</i>	1	0
Fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	1	0
Kohlmeise	<i>Parus major</i>	1	0
Blaumeise	<i>Parus caeruleus</i>	1	0
Goldammer	<i>Emberiza citrinella</i>	1	0
Rohrhammer	<i>Emberiza schoeniclus</i>	2	0
Grünfink	<i>Carduelis chloris</i>	0	1
Buchfink	<i>Fringilla coelebs</i>	1	0
Feldsperling	<i>Passer montanus</i>	0	1
Star	<i>Sturnus vulgaris</i>	1	0
Eichelhäher	<i>Garrulus glandarius</i>	1	0
Außerhalb der Brutzeit			
Blessgans	<i>Anser albifrons</i>	1	0
Pfeifente	<i>Anas penelope</i>	0	1
Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>	0	1
Eiderente	<i>Somateria mollissima</i>	0	2
Trauerente	<i>Melanitta nigra</i>	0	2
Rotmilan	<i>Milvus milvus</i>	1	0
Mäusebussard	<i>Buteo buteo</i>	1	1
Turnfalke	<i>Falco tinnunculus</i>	1	1
Bläßralle	<i>Fulica atra</i>	0	1
Austernfischer	<i>Haematopus ostralegus</i>	0	1
Großer Brachvogel	<i>Numenius arquata</i>	4	0
Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>	2	3
Goldregenpfeifer	<i>Pluvialis apricaria</i>	1	3
Sturmmöwe	<i>Larus canus</i>	1	1
Silbermöwe	<i>Larus argentatus</i>	1	0
Lachmöwe	<i>Larus ridibundus</i>	1	1
Ringeltaube	<i>Columba palumbus</i>	1	1
Star	<i>Sturnus vulgaris</i>	1	0
Aaskrähe	<i>Corvus corone</i>	1	2

nen Daten klar, dass es sich nicht um ein weit verbreitetes Phänomen mit hoher Wirksamkeit handelt.

Die Beobachtung einer im Verlauf der Jahre zunehmende Auswirkung von WKA könnte dadurch zustande gekommen sein, dass unmittelbar nach der Errichtung der WKA die dort lebenden Vogelbrutpaare ihr Revier wegen ihrer hohen Orts-treue nicht aufgeben. Wegen der durch die WKA verringerten Attraktivität ihrer Reviere gibt es aber keine Reviernachfolger, so dass sich mit der Zeit ein Gebiet ausgedünnter Siedlungsdichte um die WKA ergibt. Ob solche Phänomene tatsächlich auftreten, kann bei der gegenwärtigen Datenlage nicht entschieden werden.

Mindestabstände und Größe der WKA

Wie bereits oben erwähnt, unterschieden sich die Windparks deutlich hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Vogelbestände. Es liegt nahe, dass die Größe der WKA für wenigstens einen Teil dieser Unterschiede verantwortlich ist. Die Frage, wie sich die Größe von WKA auf die Mindestabstände auswirken, die Vögel zu ihnen einhalten, ist auch im Hinblick auf das Repowering sehr relevant.

Die Nabenhöhe (Höhe der Masten) von WKA ist möglicherweise die für die Auswirkungen auf Vögel wichtigste Größe. Die Nabenhöhe ist eng mit der Leistung der WKA korreliert. Für die in dieser Untersuchung berücksichtigten WKA ergab sich folgende statistisch signifikante Beziehung (Regressionsfunktion, Abb. 14):

$$\text{Nabenhöhe (m)} = 65,22 \times \text{Leistung (MW)}^{0,457}$$

$$R^2 = 0,73 \text{ (n= 78; p<0,001)}$$

(R: Korrelationskoeffizient, n=Stichprobenumfang, p: Irrtumswahrscheinlichkeit)

Für die Vogelarten, für die Abstandsbeobachtungen an wenigstens vier verschiedenen Windparks vorlagen (Minimalzahl für die Möglichkeit, ein statistisch signifikantes Ergebnis zu erlangen), wurden die Beziehungen zwischen der Nabenhöhe und den Minimalabständen berechnet und in Tab. 7 dokumentiert.

Bis auf den Kiebitz außerhalb der Brutzeit (Abb. 15) ließ sich keines der Ergebnisse statistisch absichern. Kiebitze außerhalb der Brutzeit reagieren offensichtlich sehr empfindlich auf besonders große WKA. Der Zusammenhang zwischen der Höhe der WKA und dem Mindestabstand war annähernd linear.

Auch wenn sich die übrigen in Tab. 7 dargestellten Ergebnisse in jedem Einzelfall nicht statistisch sichern lassen, zeigen sie jedoch in ihrer Gesamtheit ein klares Ergebnis. Für die Brutvögel, insbesondere alle Singvögel, aber auch Austernfischer und Rotschenkel wirken höhere WKA weniger abschreckend als kleinere. Lediglich für Kiebitze und Uferschnepfen zeigt sich eine stärkere Meidung größerer Anlagen.

Für die Rastvögel ergibt sich ein anderes Bild. Mit wenigen Ausnahmen (Graureiher, Tauchenten, Austernfischer und Bekassine) waren hier die Minimalabstände um so größer, je höher die Anlagen waren. Es liegt die Vermutung nahe, dass die

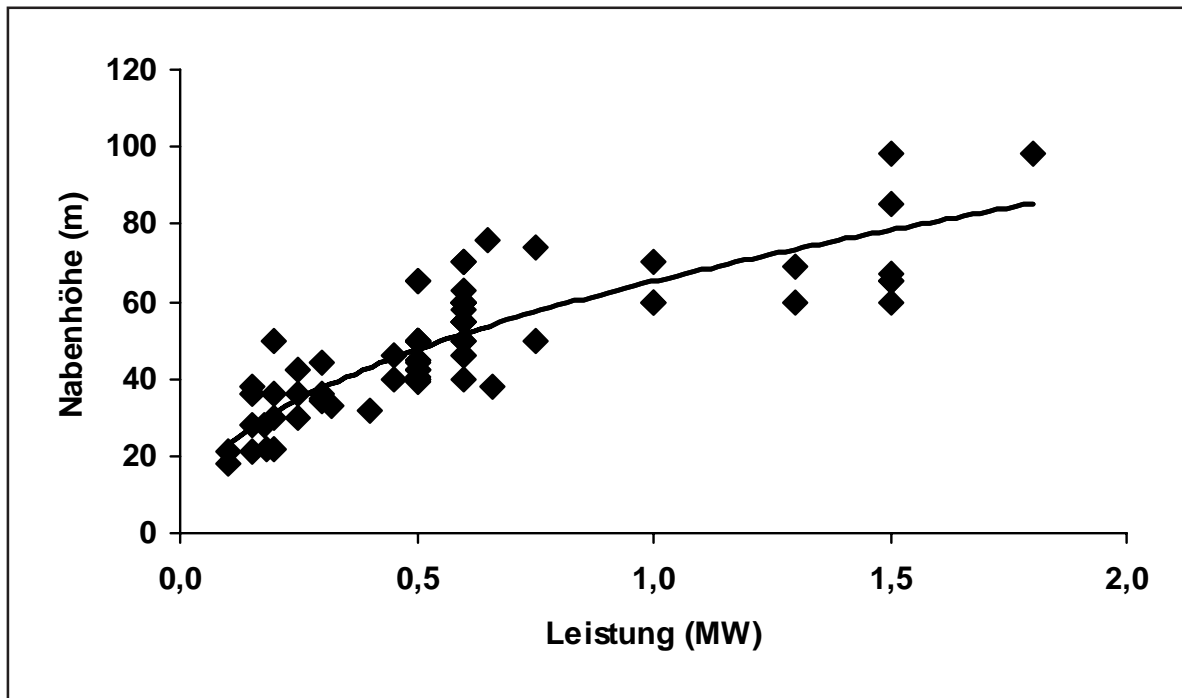


Abbildung 14. Zusammenhang zwischen Nabenhöhe und Leistung von Windkraftanlagen.
Figure 14. Relationship between tower height and power capacity of wind turbines.

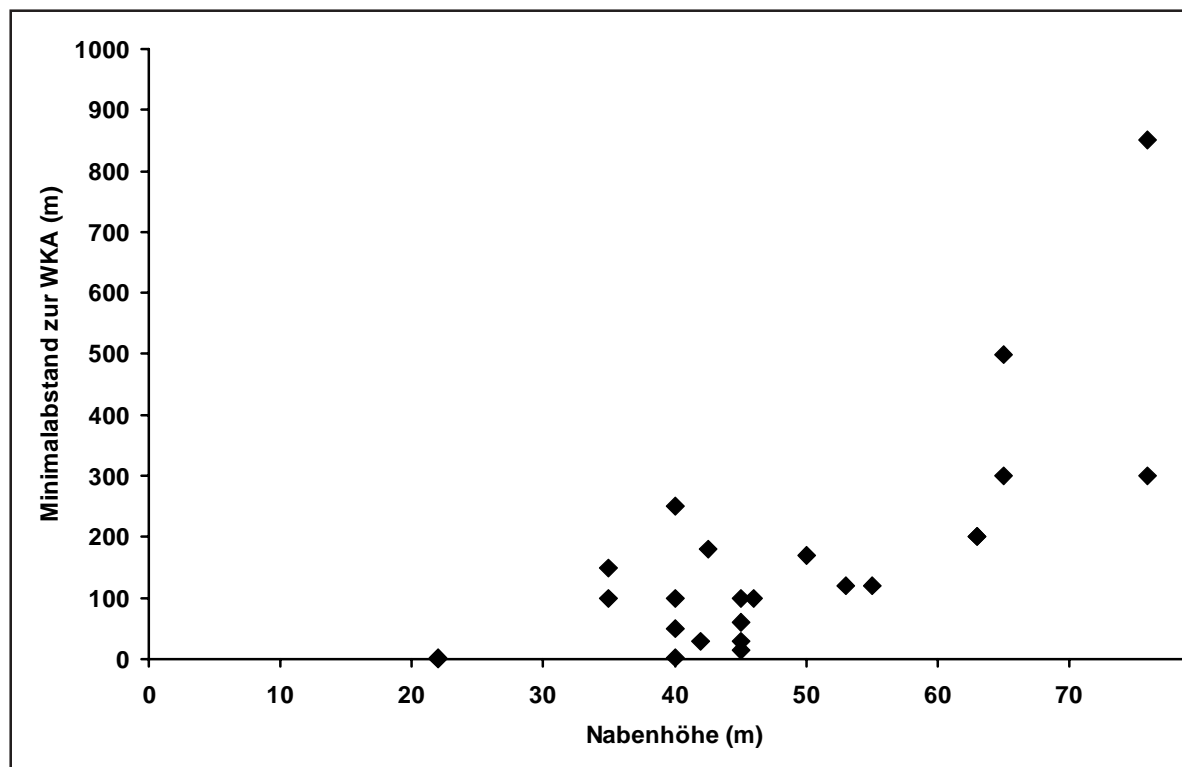


Abbildung 15. Zusammenhang von Minimalabständen, die Kiebitze außerhalb der Brutzeit zu WKA einhalten und der Nabenhöhe der WKA. Die Beziehung ist signifikant ($n=24$; $R^2=0,53$; $p<0,001$).
Figure 15. Relationship between minimal distances to wind farms of Lapwings and tower height. The relationship is statistically significant ($n=24$; $R^2=0.53$; $p<0.001$).

Unterschiede zwischen Brutzeit und Nichtbrutzeit vor allem dadurch zustande kamen, dass im Wesentlichen unterschiedliche Arten betrachtet wurden. Zur Brutzeit dominierten die Singvögel, außerhalb derselben größere Offenlandvögel.

Tabelle 7. Zusammenhang von Mindestabständen von Vögeln zu WKA und der Größe der WKA. In der Spalte „Achsensteigung“ ist angegeben, um wie viele Meter sich der durchschnittliche Mindestabstand der Art zu WKA verändert, wenn sich die Größe der WKA um einen Meter erhöht. Nur der Zusammenhang für den Kiebitz außerhalb der Brutzeit ist signifikant ($p < 0,001$).

Table 7. Relationships between minimal distances to wind farms of different bird species and and tower height. The column „Achsensteigung“ indicates the change of minimal distance to wind farms when tower height is increased by one meter. Statistically significant relationships are marked by bold characters (only Lapwing during the non-breeding season).

Art		n	Achsensteigung
Brutzeit			
Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>	7	0,09
Uferschnepfe	<i>Limosa limosa</i>	5	3,67
Austernfischer	<i>Haematopus ostralegus</i>	8	-2,64
Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>	12	1,78
Rotschenkel	<i>Tringa totanus</i>	6	-2,64
Feldlerche	<i>Alauda arvensis</i>	19	-1,60
Wiesenpieper	<i>Anthus pratensis</i>	9	-1,17
Schafstelze	<i>Motacilla flava</i>	6	-0,02
Amsel	<i>Turdus merula</i>	4	-1,07
Fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	5	-0,32
Zilpzalp	<i>Phylloscopus collybita</i>	5	-0,32
Schilfrohrsänger	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	6	-0,95
Teichfrohrsänger	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	9	-0,51
Sumpfrohrsänger	<i>Acrocephalus palustris</i>	6	-1,67
Dorngrasmücke	<i>Sylvia communis</i>	8	-1,47
Rohrhammer	<i>Emberiza schoeniclus</i>	12	-3,41
Hänfling	<i>Carduelis cannabina</i>	4	0,66
Außerhalb der Brutzeit			
Graureiher	<i>Ardea cinerea</i>	6	-1,64
Pfeifente	<i>Anas penelope</i>	7	0,41
Gänse	<i>Gänse</i>	6	6,22
Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>	7	0,95
Tauchenten		10	-1,64
Mäusebussard	<i>Buteo buteo</i>	12	1,29
Turmfalke	<i>Falco tinnunculus</i>	10	0,88
Großer Brachvogel	<i>Numenius arquata</i>	19	1,95
Austernfischer	<i>Haematopus ostralegus</i>	6	-2,79
Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>	25	9,59
Bekassine	<i>Gallinago gallinago</i>	5	-4,55
Goldregenpfeifer	<i>Pluvialis apricaria</i>	15	3,12
Ringeltaube	<i>Columba palumbus</i>	4	1,20
Lachmöwe	<i>Larus ridibundus</i>	12	1,33
Star	<i>Sturnus vulgaris</i>	9	1,54
Rabenkrähe	<i>Corvus corone</i>	12	1,61

Über die Gründe für die unterschiedliche Wirksamkeit großer Anlagen kann hier nur spekuliert werden. Die Vögel der offenen Landschaft nehmen große Objekte offensichtlich stärker als Bedrohung wahr als kleinere. Auch die Schlagschatten mögen in diesem Zusammenhang eine Rolle spielen. Für die Singvögel könnte es sein, dass die bei größeren Anlagen im Allgemeinen weniger tief reichenden Rotoren weniger als Bedrohung empfunden werden. Die Rotorbewegungen großer Anlagen dürften den bodennahen Luftraum, den viele Kleinvögel nutzen, kaum noch tangieren. Zusätzlich dürfte es sicherlich auch eine große Rolle spielen, dass unter großen Anlagen oft mehr Habitatveränderungen stattfanden, als unter kleineren. Häufig fielen die Bereiche unter den WKA brach, und es konnten sich Staudenfluren oder Gebüsche entwickeln, die viele Singvögel anzogen.

3.1.3 Barrierewirkung von Windkraftanlagen auf Vögel

Als eine mögliche Auswirkung von Windparks auf Vögel ist die Barrierewirkung für ziehende oder regelmäßig zwischen verschiedenen Lebensräumen (Brut-, Nahrungs- und Ruhegebiete) pendelnden Vögeln diskutiert worden. Mittlerweile gibt es zu diesem Thema einige Untersuchungen und zahlreiche publizierte Beobachtungen, die in Tab. 8 zusammengestellt sind. Wiederum sind Einzelbeobachtungen und umfangreichere Untersuchungen zusammengefasst worden. Bei quantitativen Untersuchungen wurde von einer Barrierewirkung ausgegangen, wenn mindestens 5% der Individuen bzw. Schwärme eine messbare Reaktion auf die WKA zeigten. Wegen der Unterschiedlichkeit der Untersuchungsansätze konnte auf die Qualität der Reaktionen der Vögel nicht näher eingegangen werden. In allen Fällen handelt es sich jedoch entweder um beobachtete Änderungen der Zugrichtung oder Flughöhe, die ein Um- oder Überfliegen der WKA zur Folge hatten. Zusätzlich konnte auch beobachtet werden, dass Vögel vor WKA umkehrten oder dass sich Zugformationen auflösten.

Tab. 8 enthält insgesamt 168 Beobachtungen, die sich alle auf die Tageszeit beziehen. Für die Nachtstunden, in der ein großer Teil des Vogelzuges stattfindet, lagen keine ausreichenden Daten vor. In 104 der 168 Fälle wurde eine Barrierewirkung festgestellt. Da nicht davon ausgegangen werden kann, dass Beobachtungen von Reaktionen von Vögeln auf WKA mit gleicher Wahrscheinlichkeit mitgeteilt werden wie das Fehlen von Reaktionen, ist diesem Zahlenverhältnis keine größere Bedeutung beizumessen. Bei 81 Arten, der deutlichen Mehrzahl der untersuchten Arten, konnten Barrierewirkung von Windkraftanlagen festgestellt werden. Es handelt sich also um ein relativ weit verbreitetes Phänomen, das jedoch nicht alle Arten gleich betrifft. Besonders empfindliche Arten waren Gänse, Milane, Kraniche und viele Kleinvogelarten. Weniger empfindlich bzw. weniger bereit, ihre ursprüngliche Zugrichtung beim Anflug auf Windkraftanlagen zu ändern waren einige Großvögel (Kormoran, Graureiher), Enten, einige Greifvögel (Sperber, Mäusebussard, Turmfalke), Möwen und Seeschwalben, Stare und Krähenvögel. Diese Arten bzw. Artengruppen zeichnen sich größtenteils auch durch eine geringe Meidung von WKA aus (Tab. 5). Auch wurden ihre Bestände wenig durch WKA beeinflusst (Tab. 4).

Das Ausweichen von Vögeln bedeutet einen energetischen Mehraufwand auf dem Zuge oder bei den regelmäßigen täglichen Flugbewegungen. Wie hoch dieser ist hängt unter anderem davon ab, wie oft solche Situationen auftreten. Im Extremfall könnte es dazu kommen, dass Windkraftanlagen zwischen Rast-, Schlaf- und/oder Brutgebieten zu einer Zerschneidung des für die Arten lebenswichtigen Biotopverbundes führen (Isselbacher & Isselbacher, 2001; Steiof et al. 2002). Die Barrierewirkung ist bisher sicher unzureichend untersucht worden. So können noch kaum Aussagen darüber getroffen werden, wie sich Vögel an WKA während der Nacht verhalten und welche Auswirkungen ein Stillstand der Rotoren hat.

Tabelle 8. Zahl der Studien, in denen für die einzelnen Arten eine Barrierewirkung von WKA festgestellt wurde. Die letzte Spalte zeigt die Ergebnisse von Vorzeichentests (Nullhypothese: gleiche Häufigkeit von Wirkungen und Nicht-Wirkungen).

Table 8. Number of studies showing whether wind farms are a barrier to bird migration or regular flights. The last column shows the results of sign tests (null-hypothesis: equal frequency of impacts and non-impacts).

	Art	Barrierewirkung		Stat.
		ja	nein	Signifikanz
Kormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	2	4	ns
Graureiher	<i>Ardea cinerea</i>	4	3	ns
Schwarzstorch	<i>Ciconia nigra</i>	1	1	ns
Weißstorch	<i>Ciconia ciconia</i>	2	1	ns
Saatgans	<i>Anser fabalis</i>	1	0	ns
Blessgans	<i>Anser albifrons</i>	3	0	ns
Graugans	<i>Anser anser</i>	2	0	ns
Nonnengans	<i>Branta leucopsis</i>	1	0	ns
Gänse	Summe	7	0	0,05
Pfeifente	<i>Anas penelope</i>	1	0	ns
Krickente	<i>Anas crecca</i>	0	1	ns
Löffelente	<i>Anas clypeata</i>	0	1	ns
Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>	3	2	ns
Tafelente	<i>Aythya ferina</i>	1	0	ns
Reiherente	<i>Aythya fuligula</i>	1	0	ns
Eiderente	<i>Somateria mollissima</i>	1	1	ns
Enten	Summe	7	5	ns
Gänsegeier	<i>Gyps fulvus</i>	1	0	ns
Rotmilan	<i>Milvus milvus</i>	3	0	ns
Schwarzmilan	<i>Milvus migrans</i>	4	0	ns
Wespenbussard	<i>Pernis apivorus</i>	1	0	ns
Habicht	<i>Accipiter gentilis</i>	1	1	ns
Sperber	<i>Accipiter nisus</i>	1	3	ns
Mäusebussard	<i>Buteo buteo</i>	2	4	ns
Schlangenadler	<i>Circaetus gallicus</i>	1	1	ns
Rohrweihe	<i>Circus aeruginosus</i>	4	0	ns
Kornweihe	<i>Circus cyaneus</i>	1	0	ns
Wanderfalke	<i>Falco peregrinus</i>	1	0	ns
Merlin	<i>Falco columbarius</i>	1	0	ns
Baumfalke	<i>Falco subbuteo</i>	1	0	ns
Turmfalke	<i>Falco tinnunculus</i>	3	2	ns
Greifvögel	Summe	25	11	0,05
Kranich	<i>Grus grus</i>	5	0	ns
Meerstrandläufer	<i>Calidris maritima</i>	0	1	ns
unbest. Strandläufer	<i>Calidris spec.</i>	1	0	ns
Bekassine	<i>Gallinago gallinago</i>	1	0	ns
Großer Brachvogel	<i>Numenius arquata</i>	1	0	ns
Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>	5	1	ns
Goldregenpfeifer	<i>Pluvialis apricaria</i>	2	1	ns
Watvögel	Summe	10	3	ns
Sturmmöwe	<i>Larus canus</i>	2	2	ns
Heringsmöwe	<i>Larus fuscus</i>	0	3	ns
Silbermöwe	<i>Larus argentatus</i>	3	3	ns
Mantelmöwe	<i>Larus marinus</i>	0	1	ns
Lachmöwe	<i>Larus ridibundus</i>	3	5	ns
Trauerseeschwalbe	<i>Chlidonias niger</i>	0	1	ns
Brandseeschwalbe	<i>Sterna sandvicensis</i>	1	0	ns
Flussseeschwalbe	<i>Sterna hirundo</i>	3	1	ns
Zwergseeschwalbe	<i>Sterna albifrons</i>	0	1	ns
Möwen u. Seeschwalben	Summe	12	17	ns

		Barrierewirkung		
				Stat.
Art		ja	nein	Signifikanz
Türkentaube	<i>Streptopelia decaocto</i>	1	0	
Stadttaube	<i>Columba livia</i>	0	1	
Hohltaube	<i>Columba oenas</i>	2	0	
Ringeltaube	<i>Columba palumbus</i>	3	2	
Tauben	Summe	6	3	ns
Mauersegler	<i>Apus apus</i>	2	0	
Bienenfresser	<i>Merops apiaster</i>	1	0	
Buntspecht	<i>Dendrocopos major</i>	1	0	
Rauchschwalbe	<i>Hirundo rustica</i>	4	0	
Mehlschwalbe	<i>Delichon urbica</i>	2	0	
Kalanderlerche	<i>Melanocorypha calandra</i>	1	0	
Heidelerche	<i>Lullula arborea</i>	2	0	
Feldlerche	<i>Alauda arvensis</i>	5	1	ns
Wiesenpieper	<i>Anthus pratensis</i>	2	1	
Rotkehlpieper	<i>Anthus cervinus</i>	1	0	
unbest. Pieper	<i>Anthus spec.</i>	1	0	
Gebirgsstelze	<i>Motacilla cinerea</i>	1	0	
Bachstelze	<i>Motacilla alba</i>	3	0	
unbest. Stelze	<i>Motacilla spec.</i>	1	0	
Stelzen, Pieper		1	0	
Raubwürger	<i>Lanius excubitor</i>	1	0	
Heckenbraunelle	<i>Prunella modularis</i>	2	0	
Hausrotschwanz	<i>Phoenicurus ochruros</i>	1	0	
Steinschmätzer	<i>Oenanthe oenanthe</i>	1	0	
Misteldrossel	<i>Turdus viscivorus</i>	3	0	
Wachholderdrossel	<i>Turdus pilaris</i>	4	1	
Amsel	<i>Turdus merula</i>	2	1	
Ringdrossel	<i>Turdus torquatus</i>	2	0	
Rotdrossel	<i>Turdus iliacus</i>	2	1	
Singdrossel	<i>Turdus philomelos</i>	2	0	
unbest. Drossel	<i>Turdus spec.</i>	2	0	
Bartmeise	<i>Panurus biarmicus</i>	0	1	
Schwanzmeise	<i>Aegithalos caudatus</i>	1	0	
Wintergoldhähnchen	<i>Regulus regulus</i>	0	1	
Blaumeise	<i>Parus caeruleus</i>	1	0	
Kohlmeise	<i>Parus major</i>	1	0	
Goldammer	<i>Emberiza citrinella</i>	2	0	
Rohrammer	<i>Emberiza schoeniclus</i>	2	0	
unbest. Ammern u. Finken		1	1	
Girlitz	<i>Serinus serinus</i>	2	0	
Hänfling	<i>Carduelis cannabina</i>	3	0	
Erlenzeisig	<i>Carduelis spinus</i>	2	0	
Stieglitz	<i>Carduelis carduelis</i>	3	0	
Grünfink	<i>Carduelis chloris</i>	2	0	
Kernbeißer	<i>Coccothraustes. coccothraustes</i>	1	0	
Buchfink	<i>Fringilla coelebs</i>	3	0	
Bergfink	<i>Fringilla montifringilla</i>	2	0	
unbest. Fink	<i>Carduelis spec.</i>	1	1	
Feldsperling	<i>Passer montanus</i>	1	0	
Singvögel (außer Star u. Krähenv.)	Summe	74	9	0,001
Star	<i>Sturnus vulgaris</i>	3	3	ns
Tannenhäher	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	1	0	
Saatkrähe	<i>Corvus frugilegus</i>	2	0	
Dohle	<i>Corvus monedula</i>	2	1	
Aaskrähe	<i>Corvus corone</i>	1	3	
Krähenvögel	Summe	6	4	ns

3.2 Non-lethale Wirkungen von WKA (Störungen, Verdrängung, Habitatverlust) auf Säugetiere

Auswirkungen von WKA auf den Bestand und die Raumnutzung von Säugetieren sind bisher kaum untersucht worden. Die Ergebnisse waren nicht einheitlich.

Für Fledermäuse konnten bei zwei Arten (Breitflügel-Fledermaus und Großer Abendsegler) Rückgänge der Aktivität nach dem Bau eines Windparks festgestellt werden, während die Zwergfledermaus ihre Aktivität erhöhte (Bach, 2002). Rehe und Hasen zeigten bei einer Untersuchung insgesamt etwas geringere Aktivitätsdichten in Probeflächen mit als in Probeflächen ohne Windparks (Bergen, 2002a; Menzel & Pohlmeier, 1999), allerdings waren die Ergebnisse nicht signifikant. In einer Untersuchung in den USA wurden die Bestände einiger Kleinsäugerarten (Prairiehund, Baumwollschwanzkaninchen und Prairiehase) scheinbar durch die Anlage von WKA gefördert, vermutlich durch indirekte Effekte wie Habitatveränderung bei Erschließungsarbeiten. Die Bestände anderer Arten (Gabelbock und Erdhörnchen) veränderten sich nicht (Johnson et al., 2000).

3.3 Kollisionen von Vögeln und Fledermäusen mit Windkraftanlagen

3.3.1 Kollisionen von Vögeln mit Windkraftanlagen

Über Kollisionen von Vögeln mit Windkraftanlagen liegen vor allem aus den USA eine Reihe von sehr umfangreichen Untersuchungen vor. In Europa wurde dieses Thema bisher weniger ausführlich behandelt. Die Untersuchungen, die so dauerhaft und systematisch durchgeführt wurden, dass sich eine Kollisionsrate (Vogelindividuen pro Jahr und Turbine) errechnen lässt, sind in Tab. 9 zusammengestellt. Fast alle Daten wurden an Windkraftanlagen aufgenommen, die sich im normalen Betrieb befanden. Daten von still stehenden WKA lagen nicht in ausreichendem Maße vor. Nicht alle Untersuchungen wurden mit der gleichen Methode durchgeführt. Die Untersuchungen unterschieden sich insbesondere dadurch, ob sie das in den USA mittlerweile zum Methodenstandard gehörende Untersuchungsprotokoll (Anderson et al., 1999; Morrison, 2002) befolgten. Das Protokoll beinhaltet unter anderem die Berücksichtigung der Sucheffizienz der Mitarbeiter und die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Kadaver von der Untersuchungsfläche verschwindet (z.B. durch Aasfresser), bevor er registriert werden kann. Werden Sucheffizienz und das vorzeitige Verschwinden von Kadavern nicht berücksichtigt, kommt es häufig zu einer Unterschätzung der Kollisionsrate. Die Werte in Tab. 9 dürften die tatsächlichen Kollisionsraten also eher unter- als überschätzen.

Für viele, insbesondere amerikanische Windparks liegen jeweils mehrere Berichte vor. Die zugrundeliegenden Datenmenge überschneiden sich teilweise. Damit aus Gründen der Unabhängigkeit der Daten jeder Windpark nur höchstens einmal in jede statistische Analyse einbezogen wird, wurden nur die Ergebnisse mit den umfassendsten Untersuchungen bzw. die neuesten verfügbaren Ergebnisse ausgewählt.

Die Kollisionsraten zeigen eine enorme Streuung zwischen den Windparks. In vielen Parks gab es keine oder fast keine Kollisionen. In anderen Windparks traten Kollisionen mit einer Häufigkeit von mehr als 30 pro Jahr und Turbine auf.

Tabelle 9. Kollisionsraten für alle Vögel und Greifvögel (jeweils durchschnittliche Anzahl der Opfer pro Turbine und Jahr) in verschiedenen Windparks.

Table 9. Collision rates of all birds and raptors (annual number of victims per turbine) in different wind farms.

Land	Windpark	Habitat	Vögel	Greifvögel	Bemerkungen	Quellen
Belgien	Oostdam te Zeebrugge	Feuchtgebiet	24		weitere Studien in anderen Jahren	(Everaert, Devos & Kuijken, 2003)
Belgien	Boudewijnkanaal te Brugge	Feuchtgebiet	35		weitere Studien in anderen Jahren	(Everaert et al., 2003)
Belgien	Elektricitetscentrale te Schelle	Feuchtgebiet	18		weitere Studien in anderen Jahren	(Everaert et al., 2003)
Dänemark	Tjaereborg	Feuchtgebiet	3			(Pedersen & Poulsen, 1991b)
Deutschland	Bremerhaven-Fischereihafen	Feuchtgebiet	9			(Schermer, 1999b)
Niederlande	Kreekraak sluice	Feuchtgebiet	3,7			(Musters et al., 1996)
Niederlande	Oosterbierum	Grünland	1,8			(Winkelman, 1992a)
Niederlande	Urk	Küste	1,7			(Winkelman, 1989)
Schweden	Näsudden	Grünland	0,7			(Percival, 2000)
Spanien	PESUR, Parque Eólico del Sur und Parque Eólico de Levantera	Gebirgsrücken	0,36	0,36		(Barrios & Rodriguez, 2004; SEO, 1995)
Spanien	E3, Energia Eólica del Estrecho	Gebirgsrücken	0,03	0,03		(Barrios & Rodriguez, 2004; SEO, 1995)
Spanien	Salajones	Gebirgsrücken	21,69	8,33		(Lekuona, 2001)
Spanien	Izco-Albar	Gebirgsrücken	22,63	0,93		(Lekuona, 2001)
Spanien	Alaiz-Echague	Gebirgsrücken	3,56	0,62		(Lekuona, 2001)
Spanien	Guennda	Gebirgsrücken	8,47	0,2		(Lekuona, 2001)
Spanien	El Perdón	Gebirgsrücken	64,26	0,36		(Lekuona, 2001)
Spanien	Tarifa		0,03	0,03		(Janss, 2000)
UK	Bryn Tytli	Moor, Grünland	0			(Phillips, 1994)
UK	Burgar Hill, Orkney	Moor, Grünland	0,15			(Percival, 2000)
UK	Haverigg, Cumbria	Moor, Grünland	0	0		(Percival, 2000)
UK	Blyth	Feuchtgebiet	1,34			(Still et al., 1996)
UK	Ovenden Moor	Moor, Grünland	0,04	0		(Percival, 2000)
UK	Cemmaes	Moor, Grünland	0,04	0		(Percival, 2000)
USA	Buffalo Ridge	Grünland	0,98	0,012	weitere Studien in anderen Jahren	(Erickson et al., 2001)
USA	Foote Creek Rim	Prärie	1,75	0,036	weitere Studien in anderen Jahren	(Erickson et al., 2001)
USA	Vansycle	Acker, Grünland	0,63	0	weitere Studien in anderen Jahren	(Erickson et al., 2001)
USA	Altamont	Gebirgsrücken	0,87	0,24	weitere Studien in anderen Jahren	(Smallwood & Thelander, 2004)
USA	Nine Canyon Wind Project	Prärie	3,59		weitere Studien in anderen Jahren	(Erickson et al., 2003)
USA	Green Mt, Searsburg	Gebirgsrücken	0	0		(Erickson et al., 2001)
USA	IDWGP, Algona	Gebirgsrücken	0	0		(Erickson et al., 2001)
USA	Somerset County	Gebirgsrücken	0	0		(Erickson et al., 2001)
USA	San Gorgino	Gebirgsrücken	2,31			(Erickson et al., 2001)
USA	Solano County	Gebirgsrücken	54			(Erickson et al., 2001)
Australien	Tasmania	Küste	1,86	0		(Hydro Tasmania)

Massenkollisionen an einzelnen Turbinen wie sie von Leuchttürmen oder ähnlichen Bauwerken bekannt sind (Crawford & Engstrom, 2001; Erickson et al., 2002; Manville, 2001; Ugoretz, 2001), wurden an WKA nach wie vor so gut wie nie festgestellt. Maximal wurden 43 Vögel (ziehende Singvögel) an einer beleuchteten, aber nicht in Betrieb befindlichen WKA in Schweden in einer Nacht gefunden (Karlsson, 1983). In den USA liegt die maximale Fundzahl pro Turbine und Nacht bei 14, ebenfalls ziehende Singvögel (Erickson et al., 2001). Da allerdings einige Windparks mit sehr vielen WKA bestückt waren (über 5.000 am Altamont Pass in Kalifornien), führten auch relativ geringe Opferraten in der Summe zu hohen Verlusten. In Knapp der Hälfte der Untersuchungen lagen die Opferraten unter 1 Vogel pro Turbine pro Jahr, der Median betrug 1,7 Opfer und im Mittel waren es 8,1 Opfer pro Turbine und Jahr. Für die Greifvögel lag der Median bei 0,03 und der Mittelwert bei 0,6 Opfern pro Turbine und Jahr.

Um der Frage nachzugehen, welche Faktoren die sehr unterschiedlichen Opferraten der einzelnen Windparks verursacht hatten, wurde zunächst die Größe der einzelnen WKA betrachtet. Es ergab sich ein schwacher, statistisch nicht signifikanter Zusammenhang zwischen Nabenhöhe und Kollisionsrate ($y=0,29x$; $R^2=0,08$; Abb. 16). Bedeutsamer schien die Lage der WKA zu sein. Hier zeichneten sich zwei Brennpunkte ab. Windkraftanlagen auf kahlen Gebirgrücken bzw. an Geländekanten, wie sie typischerweise in den USA und Spanien gebaut worden waren, verursachten hohe Opferzahlen besonders unter den Greifvögeln. In Mitteleuropa waren eindeutig WKA an Feuchtgebieten mit besonders hohen Opferzahlen belastet. Opferraten von mehr als zwei Individuen pro WKA und Jahr traten nur an Feuchtgebieten oder Gebirgrücken auf. Der Einfluss des Lebensraumes (Kategorien Feuchtgebiet, Gebirgrücken, Sonstiges) auf die Kollisionsraten war statistisch signifikant (Kruskal-Wallis-Test; $\text{Chi}^2=7,27$; $\text{df}=2$; $p<0,05$).

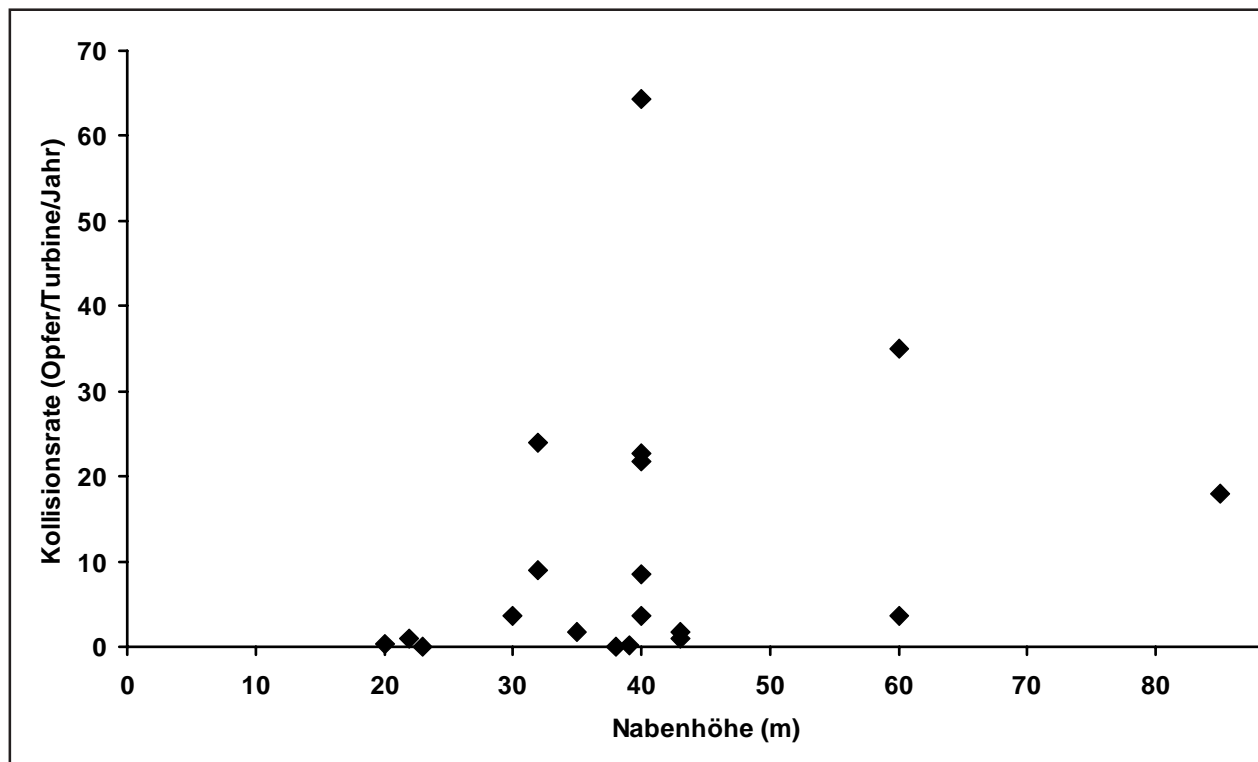


Abbildung 16. Kollisionsrate von Vögeln an Windkraftanlagen unterschiedlicher Nabenhöhe.
Figure 16. Collision rates of birds at wind farms of different tower heights.

Die umfassendste Statistik über Kollisionsoffer an WKA ist von Tobias Dürr geführt worden (Dürr, 2001; Dürr, 2004). Seine Daten – die zum Teil aus nicht veröffentlichten Mitteilungen stammen – sind die Grundlage von Tab. 10. Zum Teil wurden sie ergänzt um Werte aus der neueren Literatur. Tab. 10 lässt keinen Rückschluss auf die Häufigkeit von Anflugopfern zu, da die Daten aus unterschiedlichen Zeiträumen stammen und die Suchaktivität in den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich war.

Die Artenzusammensetzung der Kollisionsoffer hing naturgemäß von der Artenzusammensetzung in den Gebieten ab, in denen sich die WKA befanden. In den USA dominieren in den Windparks auf den Gebirgsrücken vor allem Greifvögel, insbesondere Steinadler und Rotschwanzbussarde. Dies gilt auch für viele spanische Windparks, in denen vor allem viele Gänsegeier verunglückten. Im mittleren und nördlichen Europa waren viele verschiedene Arten betroffen. Besonders auffällig ist die hohe Zahl verunglückter Möwen, die die wesentliche Ursache für die hohen Kollisionsraten an den Windparks nahe bei Feuchtgebieten waren (Tab. 9). Neben den Möwen waren Greifvögel stark betroffen, insbesondere der Rotmilan, aber auch Turmfalke und Mäusebussard. Auffälligerweise verunglückten Rotmilane vor allem zur Brutzeit, während im Winter in Spanien bisher keine Verluste bekannt geworden sind (Tab. 10b). Bemerkenswert ist auch die Zahl von immerhin mittlerweile 13 verunglückten Seeadlern. Neben den Greifvögeln ragte der Star mit einer relativ hohen Opferzahl hervor.

Vergleicht man die Opferzahlen der einzelnen Arten mit deren Reaktion auf Windkraftanlagen (Tabellen 4, 5 und 8), lässt sich feststellen, dass die Arten bzw. Artengruppen, die eine geringe Scheu vor den WKA zeigten, eher zu den Opfern zählten als die Arten, die WKA weiträumig mieden bzw. umflogen. So verunglückten Greifvögel, Möwen und Stare relativ häufig, während Gänse und Watvögel vergleichsweise selten unter den Opfern zu finden waren. Eine Ausnahme scheinen die Krähenvögel zu sein, die kaum Scheu vor Windkraftanlagen zeigten, aber nur selten verunglückten.

Mortalitätsraten von Vögeln durch Windkraftanlagen

In nur wenigen Studien finden sich Angaben darüber, in welchem Maß die Kollisionen an WKA die jährlichen Mortalitätsraten der betroffenen Populationen erhöhen. Still et al. (1996) gehen davon aus, dass durch WKA eine zusätzliche Mortalität von 0,5 % – 1,5 % für die lokale Brutpopulation der Eiderente verursacht wurde. Winkelmann (1992) schätzt das Risiko für einen Vogel, beim Flug durch den von ihr untersuchten Windpark zu verunglücken, auf 0,01 % - 0,02 %. In den USA scheint nach bisherigen Erkenntnissen die Sterblichkeit von Vögeln durch Kollisionen mit Windkraftanlagen unbedeutend zu sein (Erickson et al., 2001). Eine Ausnahme bildet die Steinadler-Population am Altamont-Pass. Ein sehr umfassende Untersuchung an besenderten Vögeln zeigte, dass dort in drei Jahren mindestens 20 % der subadulten Vögel und mindestens 15 % der nicht-territorialen Altvögel durch WKA umkamen. Jungvögel (1% Opfer durch WKA) und brütende Altvögel (4% Opfer durch WKA) waren erheblich weniger stark betroffen (Hunt, 2002). Andere anthropogene Mortalitätsursachen als WKA waren in den USA erheblich wichtiger (Tab. 11).

Tabelle 10 a. Vogelverluste an WKA in Deutschland. Summe der Funde seit 1989 (intensivere Suche ab 2002). Daten aus Archiv Staatliche Vogelschutzwarte, LUA Brandenburg, T. Dürr, 1.11.2004. BB = Brandenburg, ST = Sachsen-Anhalt, SN = Sachsen, TH = Thüringen, MVP = Mecklenburg-Vorpommern, SH = Schleswig-Holstein (und Hamburg), NDS = Niedersachsen, HB = Bremen, NRW = Nordrhein-Westfalen, RP = Rheinland-Pfalz, HS = Hessen, SL = Saarland, BW = Baden-Württemberg, BY = Bayern.

Table 10a. Number of bird collision victims found at wind farms in Germany since 1989 (intensified search since 2002). Data from Staatliche Vogelschutzwarte, LUA Brandenburg, T. Dürr, 1.11.2004.

Art	BB	ST	SN	TH	MVP	SH	NDS	HB	NRW	RP	HS	SL	BW	BY	ges.
Sternaucher	<i>Gavia stellata</i>							1							1
Kormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>							2							2
Weißstorch	<i>Ciconia ciconia</i>	3			2	1							1		7
Schwarzstorch	<i>Ciconia nigra</i>										1				1
Singschwan	<i>Cygnus cygnus</i>					1									1
Höckerschwan	<i>Cygnus olor</i>	1	1			1	5								8
Graugans	<i>Anser anser</i>						1								1
Saatgans	<i>Anser fabalis</i>			1											1
Saat-/Bläßgans	<i>Anser fabalis/albifrons</i>		1												1
Weißwangengans	<i>Branta leucopsis</i>					6									6
Brandgans	<i>Tadorna tadorna</i>							1							1
Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>			1		3	1	2							7
Krickente	<i>Anas crecca</i>							1							1
Reiherente	<i>Aythya fuligula</i>							1							1
Seeadler	<i>Haliaeetus albicilla</i>	2	1		4	6									13
Rotmilan	<i>Milvus milvus</i>	20	10	4	1	1		1		1	3				41
Schwarzmilan	<i>Milvus migrans</i>	6													6
Habicht	<i>Accipiter gentiles</i>	1													1
Sperber	<i>Accipiter nisus</i>	1													1
Mäusebussard	<i>Buteo buteo</i>	15	5	2		1	2		1		1				27
Rohrweihe	<i>Circus aeruginosus</i>	1													1
Wiesenweihe	<i>Circus pygargus</i>								1						1
Turmfalke	<i>Falco tinnunculus</i>	5	4	1											10
Merlin	<i>Falco columbarius</i>	1													1
Baumfalke	<i>Falco subbuteo/</i>	1													1
unbest. Greifvogel		1													1
Rebhuhn	<i>Perdix perdix</i>	1													1
Fasan	<i>Phasianus colchicus</i>						1	1							2
Austernfischer	<i>Haemantopus ostralegus</i>					2	1								3
Goldregenpfeifer	<i>Pluvialis apricaria</i>		2												2
Lachmöwe	<i>Larus ridibundus</i>	4				2	1	2							9
Sturmmöwe	<i>Larus canus</i>	2				1	2	2							7
Silbermöwe	<i>Larus argentatus</i>					9	2	1							12
Heringsmöwe	<i>Larus fuscus</i>						1								1
Trottellumme	<i>Uria aalge</i>							1							1
Uhu	<i>Bubo bubo</i>								3				1		4
Ringeltaube	<i>Columba palumbus</i>	3	1												4
Haustaube	<i>Columba livia f. dom.</i>	6													6
Kuckuck	<i>Cuculus canorus</i>	1													1
Mauersegler	<i>Apus apus</i>	6	2						1						9
Buntspecht	<i>Dendrocopus major</i>	1													1
Grünspecht	<i>Picus viridis</i>	1													1
Feldlerche	<i>Alauda arvensis</i>	6													6
Rauchschwalbe	<i>Hirundo rustica</i>	1													1
Mehlschwalbe	<i>Delichon urbica</i>	2													2
Bachstelze	<i>Motacilla alba</i>	1													1
Schafstelze	<i>Motacilla flava</i>	1													1
Neuntöter	<i>Lanius collurio</i>	1													1
Zaunkönig	<i>Troglodytes troglod.</i>	1													1
Sumpfrohsänger	<i>Acrocephalus palustris</i>						1								1

Art		BB	ST	SN	TH	MVP	SH	NDS	HB	NRW	RP	HS	SL	BW	BY	ges.
Rotkehlchen	<i>Erithacus rubecula</i>	1														1
Trauerschnäpper	<i>Ficedula hypoleuca</i>	2														2
Braunkehlchen	<i>Saxicola rubetra</i>	1														1
Rotdrossel	<i>Turdus iliacus</i>						1									1
Wacholderdrossel	<i>Turdus pilaris</i>		1													1
Wintergoldhähn.	<i>Regulus regulus</i>									1						1
Sommergoldhähn.	<i>Regulus ignicapillus</i>	1														1
Kohlmeise	<i>Parus major</i>	1														1
Grausammer	<i>Emberiza calandra</i>	9														9
Goldammer	<i>Emberiza citrinella</i>	3		1												4
Feldsperling	<i>Passer montanus</i>	1														1
Haussperling	<i>Passer domesticus</i>	1														1
Grünfink	<i>Carduelis chloris</i>	2														2
Star	<i>Sturnus vulgaris</i>	4		1			1									6
Elster	<i>Pica pica</i>		1													1
Kolkrabe	<i>Corvus corax</i>	9														9
Saatkrähe	<i>Corvus frugilegus</i>		1													1
Aaskrähe	<i>Corvus corone</i>	2										1				3
Krähe spez.	<i>Corvus spez.</i>								1							1
		134	30	10	1	7	34	22	14	9	0	6	0	2	0	269

Tabelle 10 b. Vogelverluste an WKA in Europa. Summen der Funde. Daten aus Archiv Staatliche Vogelschutzwarte, LUA Brandenburg, T. Dürr, mit eigenen Ergänzungen. NL: Niederlande, BE: Belgien, ESP: Spanien, SWE: Schweden, AT: Österreich, UK: Großbritannien, DK: Dänemark, D: Deutschland (Stand Juli 2004).

Table 10b. Number of bird collision victims found at wind farms in Europe. Data from Staatliche Vogelschutzwarte, LUA Brandenburg, T. Dürr, 06.09.2004 and from literature.

Art		Europa									ges.
		NL	BE	ESP	SWE	AT	UK	DK	D		
Sterntaucher	<i>Gavia stellata</i>									1	1
Kormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>									2	2
Graureiher	<i>Ardea cinerea</i>	2	1								3
Weißstorch	<i>Ciconia ciconia</i>									6	6
Schwarzstorch	<i>Ciconia nigra</i>									1	1
Singschwan	<i>Cygnus cygnus</i>									1	1
Höckerschwan	<i>Cygnus olor</i>				1					7	8
Hausgans	<i>Anser a. domestica</i>		1								1
Gaugans	<i>Anser anser</i>									1	1
Saatgans	<i>Anser fabalis</i>									1	1
Saat-/Bläßgans	<i>Anser fabalis/albifrons</i>									1	1
Weißwangengans	<i>Branta leucopsis</i>									6	6
Brandgans	<i>Tadorna tadorna</i>	1								1	2
Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>		11							7	18
Krickente	<i>Anas crecca</i>	1								1	2
Reiherente	<i>Aythya fuligula</i>									1	1
Ente spez.	<i>Anas spez.</i>	1									1
Gänsegeier	<i>Gyps fulvus</i>			133							133
Zwergadler	<i>Hieraaetus pennatus</i>			1							1
Steinadler	<i>Aquila chrysaetos</i>			1							1
Seeadler	<i>Haliaeetus albicilla</i>									13	13
Schlangenadler	<i>Circaetus gallicus</i>			2							2
Rotmilan	<i>Milvus milvus</i>				1			2		40	43
Schwarzmilan	<i>Milvus migrans</i>			1						6	7
Habicht	<i>Accipiter gentiles</i>									1	1
Sperber	<i>Accipiter nisus</i>		1	1							2
Mäusebussard	<i>Buteo buteo</i>				3					24	27
Rohrweihe	<i>Circus aeruginosus</i>									1	1
Wiesenweihe	<i>Circus pygargus</i>									1	1
Wanderfalke	<i>Falco peregrinus</i>		2								2
Baumfalke	<i>Falco columbarius</i>									1	1
Turmfalke	<i>Falco tinnunculus</i>			4	2	13				10	29
Rötelfalke	<i>Falco naumanni</i>					3					3
Merlin	<i>Falco columbarius</i>									1	1
unbest. Greifvogel						1				1	2

Art		NL	BE	ESP	SWE	AT	UK	DK	D	ges.
Rothuhn	<i>Alectoris rufa</i>			1						1
Rebhuhn	<i>Perdix perdix</i>								1	1
Fasan	<i>Phasianus colchicus</i>		3	1					2	6
Birkhuhn	<i>Tetrao tetrix</i>					2				2
Teichhuhn	<i>Gallinula chloropus</i>	1								1
Bläßhuhn	<i>Fulica atra</i>	1	7							8
Art		NL	BE	ESP	SWE	AT	UK	DK	D	ges.
Austernfischer	<i>Haemantopus ostralegus</i>	4							3	7
Goldregenpfeifer	<i>Pluvialis apricaria</i>	1			1				2	4
Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>	2								2
Rotschenkel	<i>Tringa totanus</i>		1							1
Bekassine	<i>Gallinago gallinago</i>	1								1
Waldschnepfe	<i>Scolopax rusticola</i>				1					1
Lachmöwe	<i>Larus ridibundus</i>	22	56						9	87
Dreizehenmöwe	<i>Rissa tridactyla</i>		1							1
Sturmmöwe	<i>Larus canus</i>	1	3		2			1	7	14
Silbermöwe	<i>Larus argentatus</i>	4	172		2				11	189
Heringsmöwe	<i>Larus fuscus</i>		44						1	45
Mantelmöwe	<i>Larus marinus</i>		6						1	7
<i>Möwe spez.</i>	<i>Larus spez.</i>	2			2				1	5
Flußseeschwalbe	<i>Sterna hirundo</i>		8							8
Zwergseeschwalbe	<i>Sterna albifrons</i>		4							4
Trottellumme	<i>Uria aalge</i>								1	1
Uhu	<i>Bubo bubo</i>			3					4	7
Ringeltaube	<i>Columba palumbus</i>	1	5	1	1				4	12
Hohлтаube	<i>Columba oenas</i>		1							1
Haustaube	<i>Cloumba livia f. dom.</i>		9						4	13
<i>Taube spez.</i>	<i>Columba spez.</i>	1		2						3
Mauersegler	<i>Apus apus</i>		2	1	3				8	14
Kuckuck	<i>Cuculus canorus</i>			1						1
Buntspecht	<i>Dendrocopus major</i>								1	1
Mehlschwalbe	<i>Delichon urbica</i>			1	6				1	8
Rauchschwalbe	<i>Hirundo rustica</i>			1	1					2
Bachstelze	<i>Motacilla alba</i>	1	1						1	3
Schafstelze	<i>Motacilla flava</i>								1	1
Heidelerche	<i>Lullula arborea</i>			5						5
Haubenlerche	<i>Galerida cristata</i>			1						1
Feldlerche	<i>Alauda arvensis</i>			2					6	8
Brachpieper	<i>Anthus campestris</i>			2						2
Rotkehlchen	<i>Erithacus rubecula</i>	1	1	5					1	8
Sumpfrohrsänger	<i>Acrocephalus palustris</i>								1	1
Fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>				1				1	2
Trauerschnäpper	<i>Ficedula hypoleuca</i>								2	2
Hausrotschwanz	<i>Phoenicurus ochrorus</i>			2						2
Braunkehlchen	<i>Saxicola rubetra</i>								1	1
Schwarzkehlchen	<i>Saxicola torquata</i>			1						1
Rotdrossel	<i>Turdus iliacus</i>							1	1	2
Amsel	<i>Turdus merula</i>		1	3	4				1	9
Singdrossel	<i>Turdus philomelos</i>	1	4		1					6
Wacholderdrossel	<i>Turdus pilaris</i>	1							1	2
Unbestimmte Drossel	<i>Turdus spec.</i>	1								
Wintergoldhähnchen	<i>Regulus regulus</i>		1						1	2
Sommergoldhähnchen	<i>Regulus ignicapillus</i>			1					1	2
Unbest. Goldhähnchen	<i>Regulus spec.</i>	3								3
Dorngrasmücke	<i>Sylvia communis</i>			1						1
Mönchsgrasmücke	<i>Sylvia atricapilla</i>			4						4
Kohlmeise	<i>Parus major</i>								1	1
Elster	<i>Pica pica</i>		1						1	2
Dohle	<i>Corvus monedula</i>	1								1
Kolkrabe	<i>Corvus corax</i>								9	9
Saatkrähe	<i>Corvus frugilegus</i>				1				1	2
Aaskrähe	<i>Corvus corone</i>		1		1				3	5
<i>Krähe spez.</i>	<i>Corvus spez.</i>								1	1
Star	<i>Sturnus vulgaris</i>	14	9						5	28
Grauhammer	<i>Emberiza calandra</i>								9	9
Goldammer	<i>Emberiza citrinella</i>								1	1
Feldsperling	<i>Passer montanus</i>								1	1
Hausperling	<i>Passer domesticus</i>	3							1	4
Grünfink	<i>Carduelis chloris</i>								2	2
Stieglitz	<i>Carduelis carduelis</i>	1								1
Buchfink	<i>Fringilla coelebs</i>			1	1			1		3
Bluthänfling	<i>Carduelis cannabina</i>			3				1		4
Fichtenkreuzschnabel	<i>Loxia curvirostra</i>			1						1
Unbestimmte Vögel.	<i>Aves spez.</i>			4						4
		77	359	204	33	2	2	4	248	829

Tabelle 11. Schätzung der Zahl jährlich an menschlichen Strukturen verunglückter Vögel in den USA (Erickson et al., 2001).

Table 11. Estimates of numbers of bird victims from collisions with anthropogenic structures in the USA (Ericson et al., 2001).

Ursache	Jährliche Zahl der Opfer
Fahrzeuge	60.000.000 – 80.000.000
Gebäude und Fenster	98.000.000 – 980.000.000
Elektrische Leitungen	Zehntausende – 174.000.000
Fernmelde(sprech)türme	4.000.000 – 50.000.000
Windenergieanlagen	10.000 – 40.000

In Deutschland dürfte der Anteil der Windkraftopfer höher sein, da erheblich mehr WKA existieren als in den USA, es aber in Deutschland sehr viel weniger Fahrzeuge, Gebäude, Leitungen und Fernmeldetürme gibt als in den USA.

In Spanien dürften Windkraftanlagen die Mortalität vor allem von Gänsegeiern erheblich erhöhen. Pro Jahr sind sicherlich Hunderte von Opfern zu beklagen (Lekuona, 2001; SEO, 1995). Der spanische Bestand beträgt nur etwa 8.100 Brutpaare und stellt damit den größten Teil des europäischen Gesamtbestandes von 9.300 – 11.000 Brutpaaren (BirdLife International & European Bird Census Council, 2000).

Um die Bedeutung einiger der Opferzahlen aus Tab. 10 für die Mortalitätsraten abschätzen zu können, seien hier zwei Beispielrechnungen aufgeführt. In Deutschland brüten ca. 12.000 Rotmilan-Paare und ca. 470 Seeadler-Paare. Bedenkt man, dass neben den Brutpartnern noch Jungvögel und andere, nicht brütende Individuen in der Population existieren, dürfte es sich um ca. 36.000 Rotmilan- und ca. 1.400 Seeadler-Individuen in Deutschland handeln. Nimmt man nun an, dass pro Jahr 100 Rotmilane in Deutschland an WKA verunglücken, bedeutet dies eine additive Erhöhung der jährlichen Mortalität um 0,3 %. Die Zahl 100 ist möglicherweise nicht völlig unrealistisch, da viele verunglückte Rotmilane nicht gefunden werden. Verunglückte Seeadler werden sicher zu einem höheren Anteil aufgefunden. Geht man hier von einer Zahl von 10 jährlichen Opfern in Deutschland aus, würde sich dadurch die Mortalitätsrate additiv um etwa 0,7 % erhöhen.

Für die meisten anderen häufiger als Opfer auftauchenden Vogelarten in Tab. 10 liegen die Brutbestände in Deutschland um Größenordnungen höher als für Rotmilan und Seeadler. Es ist also - eventuell mit Ausnahme der Möwen - nicht damit zu rechnen, dass wesentlich größere Erhöhungen der jährlichen Mortalitätsraten durch WKA auftreten.

3.3.2 Kollisionen von Fledermäusen mit Windkraftanlagen

Seit den frühen 1960er Jahren ist bekannt, dass auch Fledermäuse an WKA verunglücken können (Hall & Richards, 1962). Erst in den letzten Jahren ist das Ausmaß der Mortalität von Fledermäusen an WKA stärker untersucht worden, wie bei den Vögel vor allem in den USA. Tab. 12 fasst die Untersuchungen zusammen, in deren Rahmen eine jährliche Kollisionsrate (Anzahl der Fledermäuse pro Turbine und Jahr) berechnet wurde. Wenn auch deutlich weniger Daten vorliegen als für die Vögel, streuen die Ergebnisse über die gleiche Bandbreite. In einigen Windparks gab es wenige oder keine Verluste, während in anderen sehr große Mengen von Fledermäusen verunglückten. In einer weiteren Untersuchung in verschiedenen

Table 12. Kollisionsraten für Fledermäuse (jeweils durchschnittliche Anzahl der Opfer pro Turbine und Jahr) in verschiedenen Windparks.

Table 12. Collision rates of bats (annual number of victims per turbine) in different wind farms.

Land	Windpark	Habitat	Kollisionsrate	Bemerk.	Quellen
Spanien	Salajones	Gebirgsrücken	13,36		Lekuona, 2001
Spanien	Izco-Albar	Gebirgsrücken	3,09		Lekuona, 2001
Spanien	Alaiz-Echague	Gebirgsrücken	0		Lekuona, 2001
Spanien	Guenda	Gebirgsrücken	0		Lekuona, 2001
Spanien	El Perdón	Gebirgsrücken	0		Lekuona, 2001
USA	Buffalo Ridge	Grünland	2,3		Osborn et al., 1996
USA	Foot Creek Rim	Prärie	1,34	weitere Studien in anderen Jahren	Young et al., 2003a
USA	Vansycle	Acker, Grünland	0,4		Strickland et al., 2001b
USA	Altamont	Gebirgsrücken	0,0035	weitere Studien in anderen Jahren	Smallwood & Thelander, 2004
USA	Mautaineer Wind Energy Facility Blackwater Falls	Wald	50		Boone, 2003
USA	Nine Canyon Wind Project	Prärie	3,21		Erickson et al., 2003
Australien	Tasmania	Küste	1,86		Hydro Tasmania

Brandenburger Windparks ergab sich eine Kollisionsrate von durchschnittlich 0,23 Fledermäusen pro WKA und Jahr, es handelte sich dabei um nicht hinsichtlich der Sucheffizienz und der Kadaverbeseitigungsgeschwindigkeit korrigierte Werte (Dürr, 2003b).

Für die Fledermäuse bestand ein etwas deutlicherer Zusammenhang zwischen der Kollisionsrate und der Größe der WKA (Abb. 17), der jedoch statistisch nicht signifikant ist. Es gibt auch aus anderen Untersuchungen bereits Hinweise darauf, dass mehr Fledermäuse an Anlagen mit großen Rotoren verunglücken (Dürr, 2003b). In Deutschland liegen nach Auskunft von Dürr (mündl.) noch keine Fledermausefunde an kleineren WKA (> 500 kW) vor.

Ob Windparks in bestimmten Lebensräumen für Fledermäuse gefährlicher sind als in anderen, lässt sich wegen der geringen Anzahl der Untersuchungen nicht klar beantworten. Auffällig ist jedoch die außerordentlich hohe Mortalitätsrate in dem einzigen Windpark im Wald (Blackwater Falls, USA). Einen signifikanten Unterschied zwischen der Kategorie „Wald“ und den übrigen Habitaten existiert jedoch nicht (Kruskal-Wallis-Test, $\chi^2=2,57$; $df=1$; nicht signifikant). Auch in Deutschland gibt es deutliche Hinweise, dass Fledermäuse durch WKA in der Nähe von Gehölzen stärker gefährdet sind als an freistehenden Anlagen (Bach, 2002). Rauhhaute- und Zwergfledermaus sowie Mausohr wurden überproportional häufig an WKA-Standorten in der Nähe von Bäumen und Hecken gefunden. Dies gilt jedoch nicht für den Großen Abendsegler (Dürr, 2003b).

Auch bei den Fledermäusen sind mittlerweile zahlreiche Arten als Kollisionsopfer nachgewiesen worden. Wie für die Vögel sei auf die umfassende Zusammenstellung von Tobias Dürr vom Landesumweltamt Brandenburg verwiesen (Dürr, 2003b; Dürr & Bach, 2004) (Tab. 13).

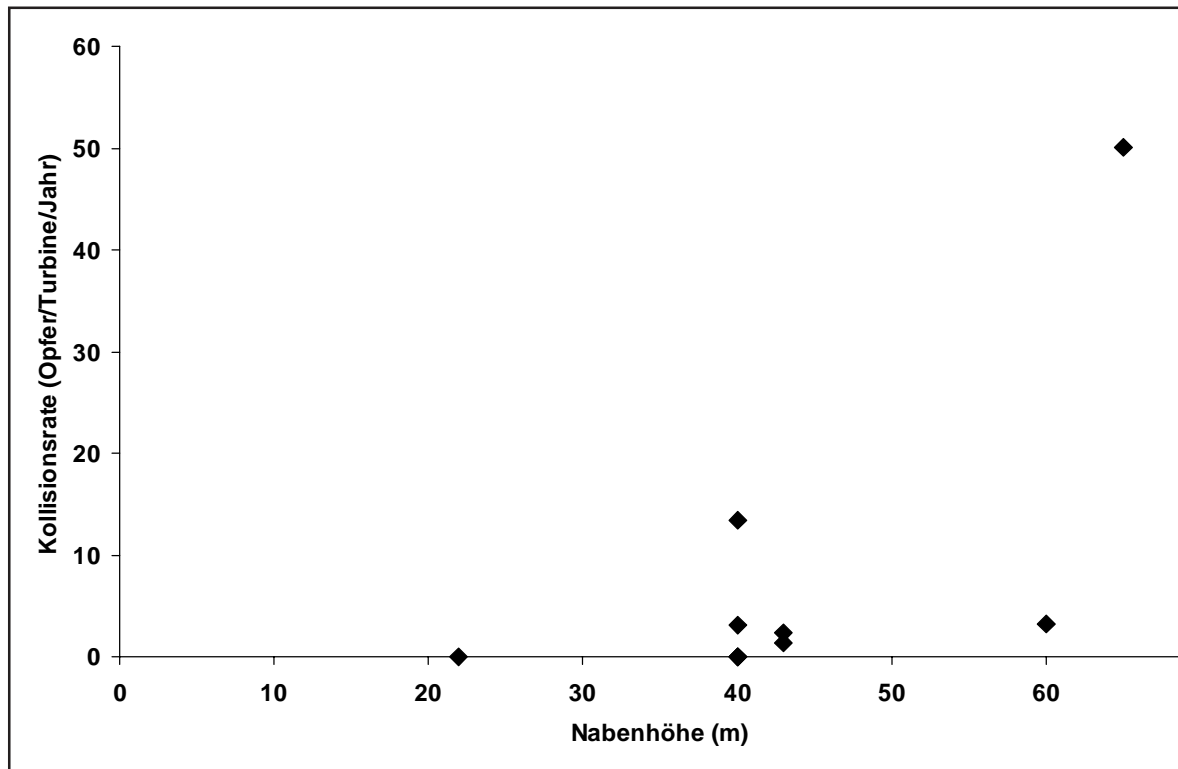


Abbildung 17. Jährliche Kollisionsrate von Fledermäusen an Windkraftanlagen unterschiedlicher Nabenhöhe.

Figure 17. Collision rates of bats at wind farms of different tower heights.

Alle Untersuchungen zu Fledermauskollisionen, die über einen ausreichend langen Zeitraum hinweg durchgeführt worden sind, zeigen, dass Fledermäuse ganz überwiegend im Spätsommer und Herbst verunglücken, also während ihrer Streif- und Zugphase (Dürr, 2003b; Keeley et al., 2001; Strickland et al., 2001b). Es handelt sich bei den betreffenden Arten zumeist um schnell fliegende und ziehende Arten (Dürr, 2003b; Johnson et al., 2003). Als möglicher Grund für die Kollisionen wird

Tabelle 13. Fledermausverluste an WKA in Deutschland. Summe der Funde seit 1998. Daten aus Archiv Staatliche Vogelschutzwarte, LUA Brandenburg, T. Dürr, 06.09.2004. BB = Brandenburg, ST = Sachsen-Anhalt, SN = Sachsen, TH = Thüringen, MVP = Mecklenburg-Vorpommern, SH = Schleswig-Holstein, NDS = Niedersachsen, NRW = Nordrhein-Westfalen, RP = Rheinland-Pfalz, HS = Hessen, SL = Saarland, BW = Baden-Württemberg, BY = Bayern.

Table 13. Number of bat collision victims found at wind farms in Germany since 1998. Data from Staatliche Vogelschutzwarte, LUA Brandenburg, T. Dürr, 06.09.2004.

Art		Bundesland													D ges.
		BB	ST	SN	TH	MVP	SH	NDS	NRW	RP	HS	SL	BW	BY	
Großer Abendsegler	<i>Nyctalus noctula</i>	40	1	20	54		3		1					1	120
Kleiner Abendsegler	<i>Nyctalus leisleri</i>	5	1	1	3										10
Breitflügel-Fledermaus	<i>Eptesicus serotinus</i>	2			2		1		1						6
Zweifarb-Fledermaus	<i>Vespertilio murinus</i>	1		7											8
Mausohr	<i>Myotis myotis</i>				7										7
Wasserfledermaus	<i>Myotis daubentoni</i>	1													1
Rauhhauf-Fledermaus	<i>Pipistrellus nathusii</i>	17	1	23	2				1						44
Zwergfledermaus	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	15	2	6	2										25
Pipistrellus spec.	<i>Pipistrellus spec.</i>	4					14								18
Graues Langohr	<i>Plecotus austriacus</i>	1													1
Unbest. Fledermaus				2						2					4
Summe		87	5	59	70	0	18	0	3	2	0	0	0	1	245

vermutet, dass ziehende Fledermäuse sich nicht oder nur teilweise auf die Ultraschallorientierung verlassen, sondern andere Orientierungsmöglichkeiten nutzen, die sie die rotierenden Flügel nicht wahrnehmen lassen (Johnson et al., 2003). Einzelne Fundumstände weisen darauf hin, dass Große Abendsegler bei dem Versuch verunglückten, in Windkraftgondeln Quartiere zu beziehen. Auch Verschmutzungen durch Getriebeöl der Gondeln wird als Unglücksursache nicht ausgeschlossen (Dürr, 2003b), erscheint jedoch nach neueren Untersuchungen eher unwahrscheinlich (Dürr & Bach, 2004).

4. Populationsbiologische Auswirkungen der Mortalität durch Kollisionen

Die bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, dass die Kollisionsraten von Vögeln und Fledermäusen an WKA im Allgemeinen gering sind. Trotzdem können an bestimmten Stellen nennenswerte Erhöhungen der Mortalitätsraten durch Windkraftanlagen auftreten. Die Auswirkungen erhöhter Mortalität wurden bisher nur bei einer Population direkt im Felde untersucht. Es handelt sich dabei um die Steinadler des Altamont Gebietes in Kalifornien, USA (Hunt, 2002). Dort wurden in den letzten Jahren schätzungsweise jährlich 75 – 116 Individuen getötet (Smallwood & Thelander, 2004). Durch langjährige Untersuchungen an beringten und besenderten Vögeln sowie begleitenden Totfundkontrollen an zahlreichen WKA konnte festgestellt werden, dass die Steinadler-Population trotz der enormen Verluste noch stabil war, dass die Zahl der Subadulten und Nichtbrüter (Populationsreserve) jedoch gesunken war (Hunt, 2002). Eine weitere Erhöhung der Mortalität würde aller Voraussicht nach dazu führen, dass sich die Population nicht mehr alleine erhalten kann und auf Zuwanderung von Außen angewiesen ist, sie also zu einer Populationssenke würde.

Im Folgenden soll versucht werden, die Auswirkungen abzuschätzen, die zusätzliche direkte Verluste an WKA auf die Populationsentwicklung verschiedener Vogel- und Fledermausarten haben können. Dazu werden Populationsmodelle verwendet, mit denen überprüft werden soll, wie sich eine Erhöhung der Mortalität durch WKA auf das Populationswachstum auswirkt. Um das Ausmaß der Veränderungen abschätzen zu können, wurden zwei Werte gewählt, 0,1 % und 0,5 %. Diese Werte wurden zur übrigen jährlichen Sterblichkeit in allen Altersklassen addiert. Die Höhe der Werte ist zwar willkürlich gewählt, liegt aber im Rahmen der wenigen vorhandenen Abschätzungen (siehe Kap. 3.3) und dürfte damit zu realistischen Abschätzungen führen.

4.1 Vorgehensweise bei der Populationssimulation

Zur Berechnung der zukünftigen Populationsentwicklung wurde das Computerprogramm VORTEX (Vers. 9) verwendet. Es handelt sich bei diesem Programm um ein Modell für Populationsentwicklungsanalysen (population viability analysis; PVA), das auf Zufallssimulationen beruht. Das Programm wurde durch die Chicago Zoological Society entwickelt.

Einzelne Berechnungen der Populationsmodelle lassen sich in Szenarien abspeichern. Neben der Populationsgröße in Exemplaren und der Kapazitätsgrenze der

Population ist die Beschreibung des Reproduktionssystems sowie die Eingabe des durchschnittlichen Reproduktionserfolges und der Mortalitätsraten, sowie deren Standardabweichungen notwendig. Daneben lässt sich die Entnahme von Individuen durch Jagd (oder Windkraft) bzw. die Bestandsstützung durch Aussetzung oder Zuwanderung einbeziehen.

In einem ersten Schritt wurden Daten von 23 Vogel- und 4 Fledermausarten über Populationsgröße, Reproduktionserfolg, Sterblichkeit u.a. aus der Literatur entnommen (Tab. 14). Mit diesen Daten wurde ein Szenario entwickelt und die Populationsentwicklung modelliert.

Lediglich für Fledermäuse waren keine Bestandsangaben in der Literatur verfügbar. Daher wurde eine Größe von 10.000 Individuen angenommen. Diese Annahme hatte keine wesentlichen Auswirkungen auf die späteren Berechnungen. Die Populationsgrößen einiger häufiger Vogelarten mussten reduziert werden, um das vom Programm vorgegebene Maximum der Populationsgröße von 30.000 Individuen nicht zu überschreiten. Dabei war die Eingabe der Standardabweichung für die Werte von Reproduktionserfolg und der Sterblichkeit notwendig, um die natürlichen Schwankungen zu simulieren. Da die Standardabweichungen aus der Literatur vielfach nicht entnommen werden konnten, wurde ihr Wert mit etwa 10% des Wertes für Sterblichkeit und Reproduktionserfolg angenommen. Zudem blieb die dichteabhängige Regulation des Reproduktionserfolges unberücksichtigt. Es wurde die Populationsentwicklung für einen Zeitraum von 20 Jahren betrachtet und 100 Iterationen pro Szenario durchgeführt.

Nach der Durchführung einer Berechnung mit den reinen Literaturdaten wurden die Literaturwerte so angepasst, dass sie eine annähernd stabile Bestandsentwicklung ergaben (Szenario 1). Die eingesetzten Werte für Szenario 1 sind der Tab. 15 zu entnehmen. Dann wurde die Sterblichkeit in allen Altersklassen um 0,1% (Szenario 2) und um 0,5% (Szenario 3) erhöht und nachfolgend die Populationsentwicklung berechnet (Tab. 15). Lediglich beim Weiß- und Schwarzstorch wurden die Jahrgänge 2 – 3 und 3 - 4 nicht berücksichtigt, da sich diese Vögel außerhalb von Mitteleuropa aufhalten und somit kaum mit Windkraftanlagen in Berührung kommen.

Abschließend wurde für acht Vogelarten erprobt, um welchen Wert der Reproduktionserfolg der jeweiligen Art ansteigen muss, um die zusätzlichen Verluste auszugleichen.

4.2 Ergebnisse der Populationssimulationen

Vögel

Die Auswirkungen zusätzlicher Verluste durch Windkraftanlagen auf die Bestandsentwicklung variieren sehr stark. Jedoch sind bei fast allen Arten auch bei einer relativ geringen Erhöhung der Mortalität klare Abnahmetendenzen zu erkennen. Arten, die bereits im Alter von einem Jahr zur Brut schreiten, weisen die höchsten Bestandsrückgänge auf (Abb. 17). Bis zu den vierjährigen Erstbrütern sinkt der Einfluss der zusätzlichen Verluste und steigt bei den fünfjährigen Erstbrütern wieder an.

Tabelle 14. Grundlagendaten für die Berechnung der Bestandsentwicklung (Szenario 1)

Table 14. Population parameters used for calculating population developments with VORTEX in scenario 1.

Art	Alter erste Reproduktion	Maximalalter	Fortpflanzungssystem	Reproduktionserfolg		SD	Anteil Nichtbrüter	Sterblichkeit 0-1 J.	SD	Sterblichkeit 1-2 J.	SD	Sterblichkeit 2-3 J.	SD	Sterblichkeit 3-4 J.	SD	Sterblichkeit Add.	SD	Zuwanderung	Quellen
Nonnengans	2 J.	21 J.	Monogamie	0,48		0,1		34,9	6	12,0		3				12	3		Bezzel 1985, Owen & Black (1989), Ganter et al. 1999, Ebbinge 1991
Blässgans	2 J.	17 J.	Monogamie	0,66		0,1		40	5	15,5		3				15,5	3		Mooij et al. 1999
Weißstorch	4 J.	30 J.	Monogamie	1,85		0,3		60	2,9	26,5	2,9	19,9	2,9	17,8	2,9	17,8	2,9		Burnhauser 1983, NABU BAG Weißstorchschutz 2004
Schwarzstorch	3 J.	18 J.	Monogamie	2,36		0,4		60	2,9	26,5	2,9	24,5	2,9			24,5	2,9		Bezzel 1985, Möller & Norrtorf 1997
Seeadler	4,4 J.	36 J.	Monogamie	1,35	Juv./erf. P.	0,25	0,33	30	5	17,0		3	17	3	17	3	17	3	Bezzel 1985, Struwe-Juhl 2002
Steinadler	4 J.	25 J.	Monogamie	0,24		0,05		30	6	10,0		2	10	2	10	2	7,5	1,3	4 Ex. Jährl.
Wiesenweihe	2,5 J.	16 J.	Monogamie	1,5	Juv./erf. P.	0,17	0,11	60	5	20,0		2				20	2		Koks et al. 2001
Turmfalke	2 J.	17 J.	Monogamie	3,94	Juv./erf. P.	0,64	0,25	68	5	34,0		3						31	3
Rotmilan	2 J.	25 J.	Monogamie	1,2		0,25		60	5	25,0		1,9						18	1,8
Kranich	5 J.	30 J.	Monogamie	1,08		0,15	0,34	60	5	15,0		1,3	15	1,3	15	1,3	15	1,3	Prange 1989
Wachtelkönig	1 J.	15 J.	Monogamie	7,1		1,8		76,4	10									76,4	3
Goldregenpfeifer	1 J.	12 J.	Monogamie	1		0,1		53	4,4									22	1,8
Kiebitz	1,5 J.	25 J.	Monogamie	0,59		0,2		40,1	5,9									17,2	0,01
Brachvogel	3 J.	31 J.	Monogamie	0,57		0,1		40	4	18,0		1,8	12	1,2				12	1,2
Uferschnepfe	2 J.	15 J.	Monogamie	0,87		0,2		40	4	20,0		2						20	2
Austernfischer	3 J.	35 J.	Monogamie	0,36		0,1		40	4	8,5		1	8,5					8,5	1
Rotschenkel	1 J.	16 J.	Monogamie	1,43		0,3		55	5									31,5	4
Lachmöwe	1 J.	26 J.	Monogamie	1,25		0,3		56	5									27	3
Silbermöwe	5 J.	33 J.	Monogamie	1,15		0,3		78	6									12	3
Feldlerche	1 J.	10 J.	Monogamie	1,45		0,6		50	5									35	3
Wiesenpieper	1 J.	8 J.	Monogamie	4,26		2,93		74	7,2									54	5,2
Star	2 J.	21 J.	Monogamie	7,1		0,9		70	7,3	51,0		5						51	5
Graumammer	1 J.	8 J.	Polygynie	1,93		1		47	4									39	4

Fledermäuse										
Art	Alter erste Reproduktion	Maximalalter	Fortpflanzungssystem	Reproduktionserfolg	SD	Sterblichkeit 0-1 J.	SD	Sterblichkeit Add.	SD	
Nyctalus noctula; Gr. Abendsegler	1 J.	12 J.	Polygamie	1,65	0,5	46	4	44	4	Krapp 2004
Eptesicus serotinus; Breitflügel-fledermaus	1 J.	12 J.	Polygamie	0,5	0,2	39	3,9	11,5	1,2	Krapp 2001
Pipistrellus pipistrellus; Zwergfledermaus	1 J.	16 J.	Polygamie	0,95	0,2	50	5	23,5	2,5	Krapp 2004
Pipistrellus nathusii; Rauhhaufledermaus	1 J.	11 J.	Polygamie	1,1	0,3	45	4,5	45	4,5	Krapp 2004

Tabelle 15. Ergebnisse der Berechnungen der Populationsentwicklung von ausgewählten Vogel- und Fledermausarten bei unterschiedlichen Sterblichkeitsraten.

Table 15. Results of model calculations of population developments of selectet bird and bat species under different scenarios.

Art	angenommene Anfangs-population	End-population Szenario1	End-population Szenario 2	% von End-population Szenario1	End-population Szenario 3	% von End-population Szenario1
Nonnengans	11000	12821	12105	94,42	10939	85,32
Blässgans	4000	3918	3778	96,43	3296	84,12
Weißstorch	23310	21283	21262	99,90	19424	91,27
Schwarzstorch	1746	1957	1927	98,47	1782	91,06
Seeadler	1482	1825	1762	96,55	1616	88,55
Steinadler	124	132	129	97,73	122	92,42
Wiesenweihe	618	668	649	97,16	569	85,18
Turmfalke	14000	15376	14867	96,69	13096	85,17
Rotmilan	28260	27151	25964	95,63	23311	85,86
Kranich	6300	6658	6504	97,69	5772	86,69
Wachtelkönig	2680	3317	3073	92,64	2774	83,63
Goldregenpfeifer	20000	20431	19160	93,78	17960	87,91
Kiebitz	10000	10355	10172	98,23	9173	88,59
Brachvogel	8800	8670	8449	97,45	7810	90,08
Uferschnepfe	14000	13269	12998	97,96	11555	87,08
Austernfischer	6000	5951	5841	98,15	5370	90,24
Rotschenkel	2600	2749	2629	95,63	2168	78,87
Lachmöwe	5800	6126	5810	94,84	5126	83,68
Silbermöwe	9000	9876	9186	93,01	8101	82,03
Feldlerche	7200	8293	7506	90,51	6377	76,90
Wiesenpieper	3000	2882	2775	96,29	2229	77,34
Star	6800	7839	6764	86,29	6108	77,92
Graumammer	3300	3456	3450	99,83	2811	81,34
Fledermäuse						
Nyctalus noctula; Gr. Abendsegler	10000	10701	10379	96,99	9393	87,78
Eptesicus serotinus; Breitflügelfledermaus	10000	10782	10742	99,63	9565	88,71
Pipistrellus pipistrellus; Zwergfledermaus	10000	9677	9365	96,78	8593	88,80
Pipistrellus nathusii; Rauhhaufledermaus	10000	10610	9980	94,06	9090	85,67
Szenario 1						
Ausgangswerte						
Szenario 2						
Erhöhung der Sterblichkeit um 0,1%						
Szenario 3						
Erhöhung der Sterblichkeit um 0,5%						

Ebenso wirken sich zusätzliche Verluste bei Arten, die ein geringes Maximalalter erreichen, stärker negativ auf die Populationsgröße aus als bei Arten, die älter werden (Abb. 18 u. 19). Hier sind die Unterschiede im Szenario 3 besonders stark ausgeprägt.

Wird die prozentuale Bestandsabnahme mit der Adultsterblichkeit in Beziehung gesetzt, fällt auf, dass Arten mit hoher Sterblichkeitsrate stärker negativ auf zusätzliche Verluste reagieren als Arten mit niedriger Sterblichkeit. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass relativ langlebige Arten mit geringer Adultsterblichkeit mit geringeren Bestandsrückgängen reagieren als kurzlebige Arten.

Abschließend wurde untersucht, in wie weit die durch Windkraftanlagen verursachten Verluste durch eine erhöhte Reproduktionsrate ausgeglichen werden kann

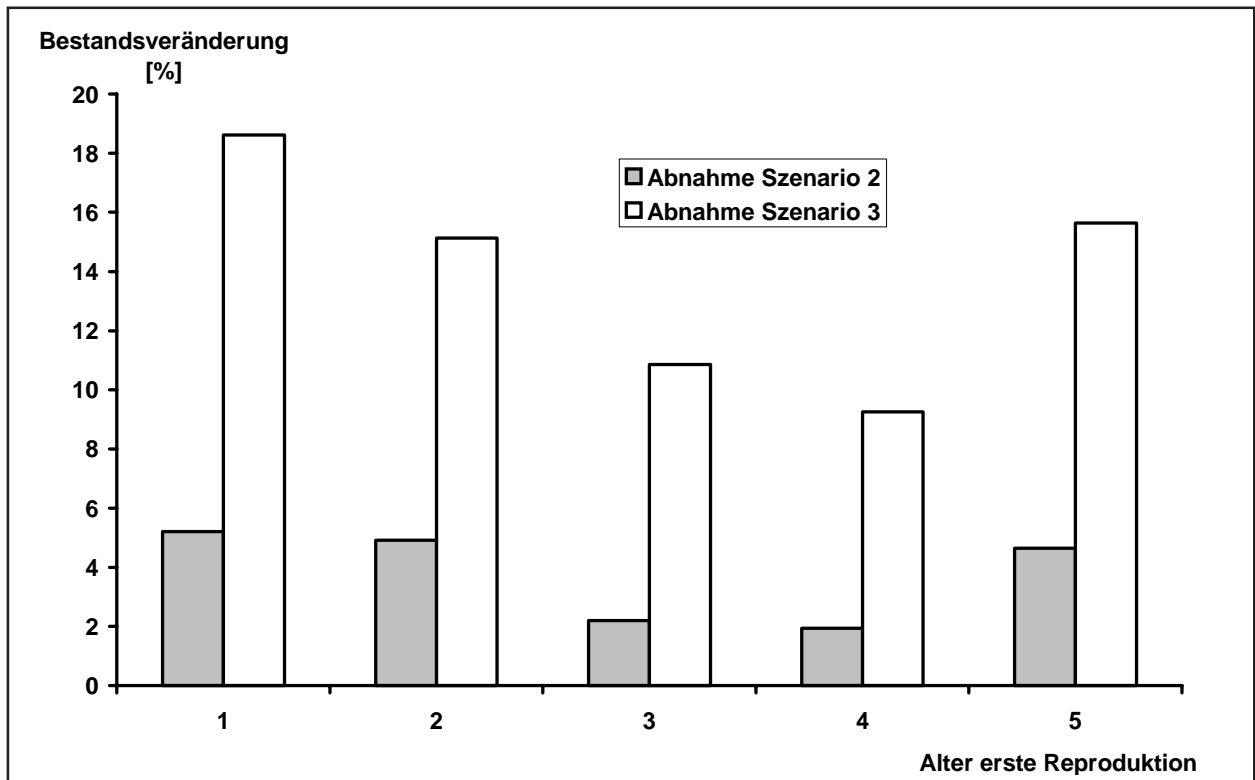


Abbildung 18. Veränderung des Bestands im Vergleich zum Alter der ersten Reproduktion von Vogelarten.

Figure 18. Results of population modelling with VORTEX. Reductions of population size in relation to age of first reproduction.

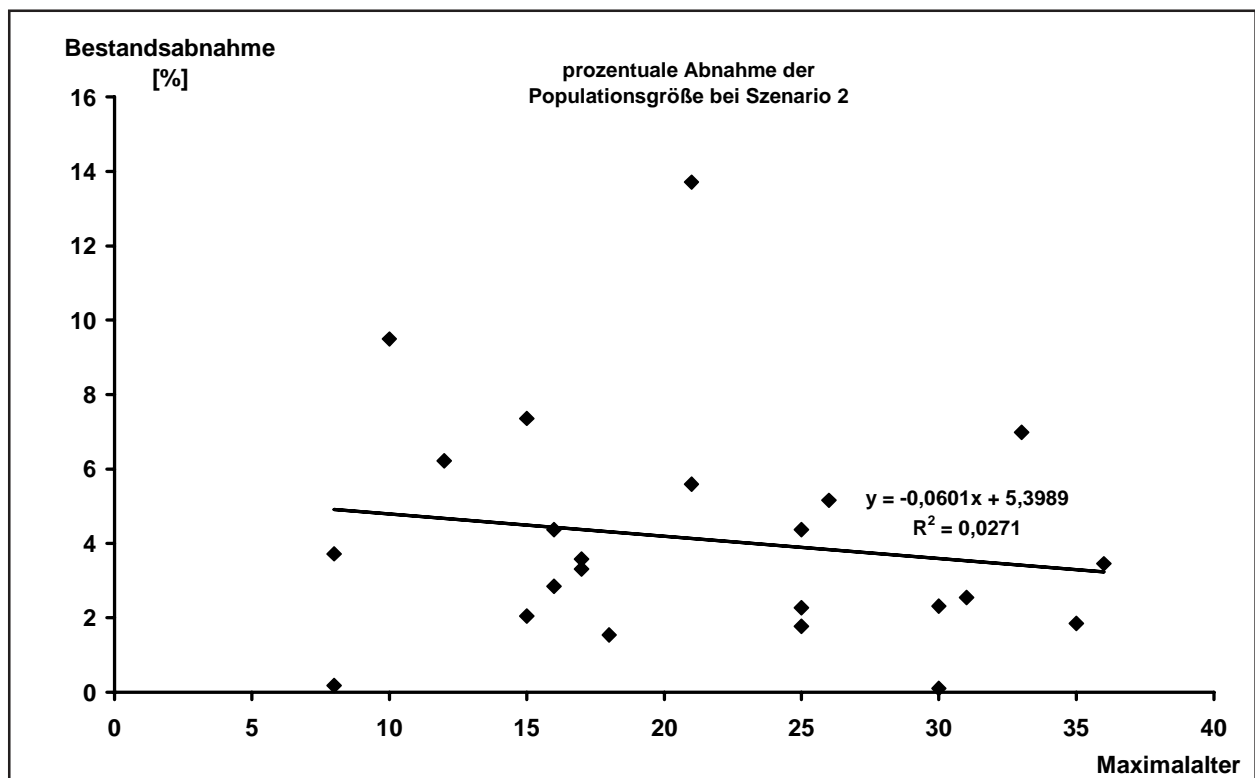


Abbildung 19. Bestandsentwicklung von unterschiedlichen Vogelarten bei einer Zunahme der Sterblichkeit von 0,1% in Bezug zum Maximalalter der Art.

Figure 19. Population developments of different bird species (dots) under scenario 1 (increase of annual mortality rate by 0.1%) in relation to longevity.

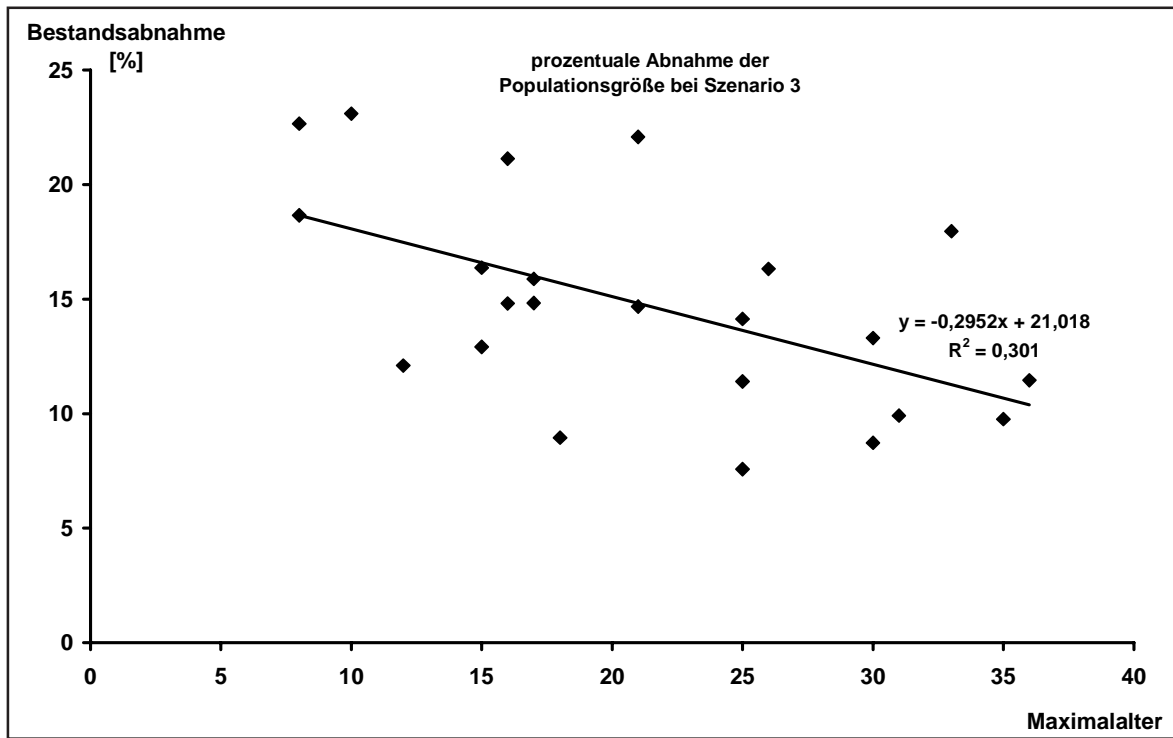


Abbildung 20. Bestandsentwicklung von unterschiedlichen Vogelarten bei einer Zunahme der Sterblichkeit von 0,5% in Bezug zum Maximalalter der Art.

Figure 20. Population developments of different bird species (dots) under scenario 2 (increase of annual mortality rate by 0.5%) in relation to longevity.

(Tab. 16). Kurzlebige Arten, die bereits mit einem Jahr geschlechtsreif sind, benötigen einen erheblich geringeren Anstieg der Reproduktionsrate zum Ausgleich der zusätzlichen Verluste als langlebige Arten mit spätem Eintritt in die Geschlechtsreife.

Fledermäuse

Die Fledermausarten unterscheiden sich nur sehr geringfügig in den populationsbiologischen Daten (Tab. 14). Anhand der Adultsterblichkeit und des Reproduktionserfolges lassen sich dennoch zwei Gruppen bilden. Eine Gruppe besteht aus Abendsegler und Rauhhautfledermaus, die andere aus Breitflügel-Fledermaus und

Tabelle 16. Ausgleich erhöhter Sterblichkeit durch Anstieg der Reproduktion bei Arten mit unterschiedlichen Maximalalter und Eintritt in die Reproduktion.

Table 16. Substitution of increased mortality rates of different bird species by increased reproduction rates under different scenarios.

Art	Alter erste Reproduktion	Maximalalter	Erhöhung der Reproduktionsrate [%] bei Szenario 2	Erhöhung der Reproduktionsrate [%] bei Szenario 3
Feldlerche	1 J.	10 J.	0,8	2,1
Wiesenpieper	1 J.	8 J.	0,001	1,5
Goldregenpfeifer	1 J.	12 J.	0,3	2,3
Kiebitz	1,5 J.	25 J.	0,7	3,4
Austernfischer	3 J.	35 J.	0,8	6,9
Weißstorch	4 J.	30 J.	0,0	5,4
Seeadler	4,4 J.	36 J.	1,6	5,9
Kranich	5 J.	30 J.	1,9	7,4

Zwergfledermaus. Beide Gruppen unterscheiden sich ebenfalls im Bestandsrückgang infolge der erhöhten Sterblichkeit durch Windkraftanlagen. Im Vergleich zu den Vögeln ist der Bestandsrückgang jedoch bei den Fledermäusen zumeist niedriger.

4.3 Diskussion der Simulationsberechnungen

Sensitivitätsanalysen, wie die hier vorgelegte, können Hinweise auf die Wirkung zusätzlicher Verluste auf die Populationsentwicklung geben. Es handelt sich um vereinfachte Modelle, die nur einen Teil der Einflussfaktoren berücksichtigen. So können Windkraftanlagen durch die Scheuchwirkung zusätzlichen Einfluss auf die Population einer Vogelart gewinnen, die zudem additiv wirken können.

In anderen Studien (Dierschke, Hüppop & Garthe, 2003) wird von einer Erhöhung der Mortalitätsrate um 5% ausgegangen (Empfehlung gemäß NERI 2000). Diese Berechnung hat zur Folge, dass die um 5% erhöhte zusätzliche Sterblichkeit durch Windkraftanlagen bei Arten mit höherer vorhandener Sterblichkeit nominell höher ist, als bei Arten mit geringer Sterblichkeit. Beispielsweise würden in unseren Beispielen von 100 Seeadlern statt 17 Individuen danach 17,85 Individuen jährlich sterben. Beim Wiesenpieper hingegen würden statt 54 Individuen jetzt 56,7 Individuen sterben. Damit wären die Auswirkungen für die Wiesenpieperpopulation relativ größer als die beim Seeadler. Wir erhöhten die Sterblichkeit nicht in dieser Weise, weil wir davon ausgehen, dass jährlich ein fester Anteil der Population (angenommen 0,5% und 0,1%) an Windkraftanlagen verunglücken.

Kurzlebige Arten reagieren bei unseren Modellrechnungen im Allgemeinen mit stärkeren prozentualen Bestandsrückgängen als langlebige Arten. Die kurzlebigen Arten können aber die Verluste durch einen geringeren prozentualen Anstieg der Reproduktionsrate besser kompensieren als langlebige Arten. Unsere Ergebnisse zeigen im Prinzip ähnliche Tendenzen auf, wie die Ergebnisse von Dierschke et al. (2003).

Morrison et al. (1998) vergleichen die Sensitivität verschiedener Artengruppen bei Vögeln auf die Sterblichkeit in verschiedenen Altersklassen. Dabei reagierten Singvögel stärker auf eine Veränderung der Jugendsterblichkeit als auf die Adultsterblichkeit, während Enten gleich auf eine Veränderung der Jugend- wie auch Adultsterblichkeit reagieren. Bei Gänsen, Möwen und Adlern ist die Sensitivität für eine Änderung der Adultsterblichkeit höher als für die Jugendsterblichkeit.

Morrison & Pollock (1997) stellten fest, dass eine erhöhte Jugendsterblichkeit leichter durch eine Erhöhung der Reproduktionsrate ausgeglichen werden kann, als eine erhöhte Adultsterblichkeit. Daher sind unsere Ergebnisse einer leichteren Kompensation der Verluste durch eine erhöhte Reproduktion bei kurzlebigen Arten erklärlich. Eine Erhöhung der Reproduktionsrate kann unter bestimmten Bedingungen tatsächlich erwartet werden. Insbesondere bei Arten deren Populationsgröße die Kapazitätsgrenze erreicht hat, wird die Reproduktionsrate durch Konkurrenz und Dichte begrenzt und würde bei einer höheren Sterblichkeitsrate wieder ansteigen. Jedoch können bei Arten, deren Populationsgröße die Kapazitätsgrenze nicht erreicht hat, bzw. deren Reproduktionserfolg durch andere Faktoren, wie Habitat-

qualität oder klimatische Faktoren begrenzt wird, zusätzliche Verluste durch Windkraftanlagen nicht kompensiert werden.

Bei Fledermäusen wirken sich zusätzliche Verluste geringer auf die Populationsentwicklung als bei Vögeln aus, da Fledermäuse ein polygames Fortpflanzungssystem haben. Danach würde sich der Verlust eines Weibchens jedoch sehr viel stärker auswirken, als der Verlust eines Männchens, was aber bei der Modellierung nicht berücksichtigt werden konnte. Es kann aber von einer gleichmäßigen Verteilung der Verluste bei Männchen und Weibchen ausgegangen werden.

Die vorgelegten Modellrechnungen sind sehr vereinfacht, weil sie davon ausgehen, dass alle Arten mit gleicher Wahrscheinlichkeit an Windkraftanlagen verunglücken. Dies dürfte nicht der Realität entsprechen. Beispielsweise liegen wesentlich mehr Meldungen von an Windkraftanlagen verunglückten Seeadlern vor, als von Weißstörchen. Verluste beider Vogelarten dürften mit gleicher Wahrscheinlichkeit gemeldet werden. Die Weißstorchpopulation ist zudem ungleich größer als die des Seeadlers. Über mögliche Ursachen der unterschiedlichen Gefährdung kann nur spekuliert werden. Doch macht das Beispiel deutlich, dass für jede Vogelart eine spezifische Gefährdungsanalyse erstellt werden müsste, um die Modellrechnungen den Realitäten anzunähern. Diese spezifischen Gefährdungsanalysen müssen auch andere additiv wirkende Gefährdungen einbeziehen. Eine Bestandsanalyse, die der Frage nachgeht, ob zusätzliche Verluste durch einen höheren Reproduktionserfolg ausgeglichen werden können, ist dabei ebenfalls erforderlich.

Zu bedenken ist weiterhin, dass die Mortalität durch Windkraft vermutlich weniger selektiv wirkt als natürliche Mortalitätsursachen. Es werden also nicht unbedingt die im populationsgenetischen Sinne mit weniger Fitness ausgestatteten Individuen „ausgelesen“ sondern es trifft durchaus auch für die Populationsentwicklung wichtige Individuen, wie das Beispiel der Rotmilane zeigt. Andererseits kann natürlich nicht ausgeschlossen werden, dass die Verluste an WKA zu einer kompensatorischen Verringerung der Mortalität an anderer Stelle kommt.

Grundsätzlich lässt sich also kaum sagen, dass der Verlust eines Individuums einer kurzlebigen Art mit hohem Reproduktionsvermögen (gilt für viele Singvogelarten) weniger schwer wiegt, als der Verlust eines Individuums einer langlebigen Art. Langlebige Arten haben allerdings größere Schwierigkeiten, die Verluste durch erhöhte Reproduktion auszugleichen. Im Allgemeinen besitzen langlebigen Arten (oft Großvögel bzw. Seevögel) jedoch deutlich kleinere Populationen als die kurzlebigen Singvögel. Eine Kollision eines Individuums einer langlebigen Art bedeutet also eine stärkere Erhöhung der Mortalitätsrate und wirkt sich insofern stärker auf die Population aus als die Kollision eines Individuums einer kurzlebigen, häufigen Singvogelart.

5. Maßnahmen zur Reduktion der Auswirkungen von WKA

Insbesondere in den USA wurde relativ frühzeitig damit begonnen zu untersuchen, wie Mortalität von Vögeln und später auch Fledermäusen an WKA zu vermeiden oder wenigstens einzudämmen sei (Smallwood & Thelander, 2004; Sterner, 2002; US Fish and Wildlife Service, 2003). Aus diesen Studien ergeben sich eine ganze Reihe von Empfehlungen, die hier zusammengestellt und mit Ergebnissen aus der

hier vorliegenden Literaturzusammenstellung ergänzt werden. Dabei sollen auch andere negative Einflüsse von WKA, also die Stör- und Barrierewirkung berücksichtigt werden. Die Empfehlungen lassen sich grob einteilen in Standortwahl, Maßnahmen im Umfeld von WKA, Konfiguration der WKA in einem Windpark, Betrieb der WKA und Maßnahmen an den einzelnen WKA.

5.1 Standortwahl

Trotz aller Untersuchungen zu Maßnahmen an und um WKA ist die richtige Standortwahl nach wie vor die wichtigste Methode, um negative Auswirkungen auf Vögel und Fledermäuse zu verringern. Die Zusammenstellungen der jährlichen Kollisionsraten von Vögeln und Fledermäusen (Tab. 9 und 12) zeigen, dass Standorte in Gebieten mit hohem Vorkommen von Greifvögeln (Gebirgskämme), sowie Feuchtgebiete und Wälder (Fledermäuse) als Standorte von WKA gemieden werden sollten.

Auch in den USA existieren Empfehlungen zur Standortwahl (US Fish and Wildlife Service, 2003):

- Vermeidung von Standorten geschützter Tiere und Pflanzen;
- Vermeidung von Standorten mit sehr empfindlichen Vogelarten (5 km Abstand von Balzarenen des Prairiehuhns);
- Vermeidung von Standorten an bekannten Vogelflug- und -zugwegen bzw. an bekannten Vogelkonzentrationen;
- Vermeidung von Standorten an bekannten Überwinterungs, Reproduktions- und Fluggebieten von Fledermäusen;
- Vermeidung von Standorten mit bekannt hohem Greifvogelaufkommen (Geländekanten, Gebiete mit besonders hoher Nahrungsdichte);
- Vermeidung von Habitatsegregationen durch WKA (Windparks sollten nicht zusammenhängende Lebensräume voneinander trennen)

Auch von anderen Autoren wird empfohlen, kritische Standorte (Geländekanten, Feuchtgebiete, Wälder) zu vermeiden (Sterner, 2002; Strickland et al., 2001a). Für Fledermäuse sollten nach gegenwärtigem Kenntnisstand die Jagdgebiete der Breitflügel-Fledermaus, der Bereich von 200 m um Gehölze und besonders insektenreiche Standorte von WKA freigehalten werden (Bach, 2002; Rahmel et al. 2004), damit es nicht zu Jagdgebietsverlusten kommt. In entsprechenden Gebieten wird weiterhin empfohlen, zum Schutz der Greifvögel einen Abstand von mindestens 50 m zu Geländeabbrüchen einzuhalten (Hoover, 2002; Johnson et al., 2000). Da in einigen Fällen relativ wenige WKA für einen großen Teil der Verluste verantwortlich sind (z.B. in Altamont), sollte erwogen werden, diese Turbinen zu beseitigen (Sterner, 2002).

Bedeutende Rastgebiete von Wat- und Wasservögel sollten ebenfalls frei von Windkraftanlagen bleiben. Es wird ein Abstand von wenigstens 400 m empfohlen, an Gänserastplätzen wenigstens 500 m. Diese Werte gelten für die derzeit überwiegend in Betrieb befindlichen Anlagen (Nabenhöhen unter 50m). Für zukünftig größere WKA sind diese Werte zu überprüfen. Bekannte Zug- und Flugkorridore von Vögeln sollten frei von WKA bleiben.

5.2 Gestaltung der Umgebung von WKA

Die Untersuchungen an verschiedenen Windparks in den USA, aber auch Beobachtungen in Deutschland deuten darauf hin, dass es zu vielen Opfern unter den Greifvögeln kommt, weil diese durch die Umgebung der Windkraftanlagen angelockt werden. Dies kann dadurch geschehen, dass dort ohnehin schon eine hohe Beutedichte herrscht, aber oft auch dadurch, dass sich die Nahrungsdichte im Zuge der Einrichtung eines Windparks noch erhöht. Dies steht oft damit in Zusammenhang, dass in der Nähe der WKA Strukturen entstehen, die für Kleinsäuger besonders vorteilhaft sind. Dies können zum Beispiel Brachflächen sein. Kleinsäuger sind die Hauptnahrung vieler Greifvögel. Weiterhin können durch die Anlage von WKA Ansitzwarten für Greifvögel entstehen, die diese zusätzlich anlocken, z. B. Zäune, aber auch die Gittermasten mancher Anlagen.

Die Empfehlungen lauten dementsprechend:

- Vermeidung von Strukturen, die Vögel und Fledermäuse anziehen könnten (Teiche, Habitatränder, Gebiete mit erhöhter Kleinsäugerdichte wie Brachen etc.) (Bach 2003; Hoover, 2002; Kelly, 2000; Rahmel et al., 2004; Sterner, 2002; US Fish and Wildlife Service, 2003);
- Minimierung von Infrastruktur wie Straßen, Zäune etc, Vermeidung – eventuell Beseitigung – von Ansitzwarten (Kelly, 2000; Sterner, 2002; Strickland et al., 2001a; US Fish and Wildlife Service, 2003);
- Beseitigung von Aas (um Attraktivität für Greifvögel zu vermindern) (US Fish and Wildlife Service, 2003)

Auch die Möglichkeit, Vögel gezielt aus dem Bereich der WKA zu verscheuchen, wird erwogen (Kelly, 2000), mehr dazu siehe unten.

5.3 Konfiguration der WKA in einem Windpark

Eine Reihe von Studien hat gezeigt, dass Windparks, die in einer Reihe quer zur Hauptflugrichtung von Vögeln angeordnet sind, stärker als Barriere wirken und ggf. häufiger Kollisionen verursachen, als Anlagen in paralleler Ausrichtung bezüglich der Zugwege (Everaert et al., 2002; Isselbacher & Isselbacher, 2001). Die Empfehlung lautet dementsprechend die Windparks parallel und nicht quer zu den Hauptflugrichtungen auszurichten. Zusätzlich sollten in Windparks Turbinen zu Blocks zusammengefasst werden, so dass Korridore entstehen, die von den Vögeln zur sicheren Passage genutzt werden können (Albouy et al., 1997; Albouy et al., 2001; US Fish and Wildlife Service, 2003).

5.4 Betrieb der WKA

Wenn Kollisionsprobleme nur in bestimmten Jahreszeiten auftreten, wie dies z.B. bei Fledermäusen oft der Fall ist, wird ein Abschalten der WKA während der Hauptflugzeiten empfohlen (Kelly, 2000; Sterner, 2002; US Fish and Wildlife Service, 2003).

5.5 Gestaltung der einzelnen WKA

Von etlichen baulichen Eigenarten von WKA ist durch Untersuchungen bekannt, dass sie die Kollisionsgefahr beeinflussen.

Mastkonstruktion

Es sollten nur geschlossene Masten zur Anwendung kommen, die keine Anzitzmöglichkeiten für Greifvögel besitzen (US Fish and Wildlife Service, 2003). Gittermasten haben sich in der überwiegenden Zahl der Untersuchungen als schädlich herausgestellt (Sterner, 2002), siehe aber auch Thelander & Rugge (2000).

Besonders gefährlich sind die bei älteren Anlagen verwendeten Stabilisierungsseile, die vermieden werden sollten. Höhere Masten können vorteilhaft sein; Anlagen mit besonders hoher Mortalität sollten durch modernere ersetzt werden (Repowering, siehe auch eigenes Kapitel in diesem Bericht). Wo möglich sollte die Masthöhe so gewählt werden, dass das Kollisionsrisiko minimiert wird (US Fish and Wildlife Service, 2003).

Ableitung des Stroms

Die Ableitung sollte unterirdisch erfolgen, um Kollisionen mit Elektroleitungen zu vermeiden (Albouy et al., 1997; Albouy et al., 2001; US Fish and Wildlife Service, 2003).

Beleuchtung der WKA

Im Offshore-Bereich wird die Gefahr des Vogelschlags an Förderplattformen durch die Beleuchtung erheblich heraufgesetzt (Marquenie & van de Laar, 2004). Die bisher größte in einer Nacht gefundene Menge an einer WKA verunglückter Vögel war mit einer beleuchteten, stehenden Anlage kollidiert (Karlsson, 1983). Licht zieht also offensichtlich Vögel an und verstärkt die Gefahren nächtlicher Kollisionen. Erste Untersuchungen lassen vermuten, dass die Orientierung der Vögel stärker durch weißes und rotes Licht als durch grünes und blaues Licht beeinflusst wird (Poot, 2004). Da die Gefahr besteht, dass Vögel durch rote Blinklichter als Sicherheitsbeleuchtung angezogen werden, sollte die Beleuchtung auf ein Minimum reduziert werden und wenn möglich die Intervalle zwischen den einzelnen Lichtimpulsen möglichst groß gewählt werden. Statt roter Blinklichter wird Strobolight empfohlen, das Vögel weniger stark anlockt (Sterner, 2002; US Fish and Wildlife Service, 2003). Zur Frage der Beleuchtung von WKA liegen allerdings noch keine gesicherten Untersuchungsergebnisse vor.

Erhöhung der Wahrnehmbarkeit der Rotorflügel

Vögel können, wenn sie sich sehr nahe an einer WKA befinden, drehende Windmühlenflügel nicht mehr als feste Objekte sondern nur noch als Schleier wahrnehmen (Bewegungsschleier, motion smear). Die Entfernungen, ab der dieses Phänomen auftritt, betragen etwa 20 m bei kleinen, schnell drehenden Rotoren und 50 m bei größeren Rotoren. Hierin könnte einer der Gründe für viele Kollisionen von Greifvögeln liegen, die fast ausschließlich tagsüber passieren, also zu einer Zeit, in der das Sehvermögen der Vögel eigentlich gut funktioniert. Sinnesphysiologische Experimente haben gezeigt, dass das Übermalen eines der drei Flügel mit

schwarzer Farbe bzw. seine Kennzeichnung mit schwarzen Mustern die Wahrnehmbarkeit des Rotors erhöht. Die Markierungen müssen senkrecht zur Flügel-längsachse verlaufen. Die Kennzeichnung der Flügelenden erhöht deren Wahrnehmbarkeit bei lateraler Annäherung (Hodos, 2001; Hodos et al., 2001; McIsaac, 2001).

In Feldstudien ließ sich die Wirksamkeit von Rotorblattzeichnungen bisher noch nicht eindeutig nachweisen. Zu berücksichtigen ist, dass dies aus methodischen Gründen allerdings auch sehr schwer ist (Erickson et al., 1999; Sterner, 2002).

Keinen messbaren Erfolg im Hinblick auf die Vermeidung von Kollisionen bzw. auf die Fernhaltung von Vögeln aus dem Gefahrenbereich hat bisher die Beschichtung von WKA mit UV-reflektierender Farbe erbracht (Strickland et al., 2001a; Young et al., 2003b).

Der Einfluss der Rotationsgeschwindigkeit auf das Kollisionsrisiko ist bisher noch nicht untersucht worden (Sterner, 2002).

Möglicherweise ließe sich die Wahrnehmbarkeit von WKA durch akustische Signale steigern, etwa durch einen Pfeifton (Dooling & Lohr, 2001) oder durch Warnrufe (Sterner, 2002). Diese Maßnahmen könnten aber für Fledermäuse sehr gefährlich sein, da diese dadurch angelockt werden könnten (Bach in litt.).

Zu klären wäre auch, wie es erreicht werden kann, dass ziehende Fledermäuse vor WKA ihre akustischen Orientierungsmöglichkeiten aktivieren.

5.6 Übertragbarkeit der Maßnahmen auf die Verhältnisse in Deutschland

Grundsätzlich sind alle der in Kap. 5 genannten Empfehlungen zur Verringerung der negativen Auswirkungen von WKA auf Vögel und Fledermäuse auch in Deutschland anwendbar. Einige Probleme (Greifvogelmortalität an WKA auf Berg-rücken und Geländeabbrüchen) gab es in Deutschland bisher nicht. Für bestimmte Probleme, die in den vergangenen Jahren in Deutschland auftraten, sind in der Literatur kaum Lösungshinweise zu finden. Dies gilt besonders für die zunehmenden Kollisionen von Greifvögel, insbesondere Rotmilan und Seeadler, in den vergangenen Jahren. Diese Kollisionen treten nicht gehäuft an bestimmten Stellen auf, sondern verteilen sich scheinbar zufällig.

Inwieweit Maßnahmen zur besseren Wahrnehmbarkeit von Anlagen zur Lösung der Probleme in der Lage sind, ist unsicher. Maßnahmen, die zu einer Verscheuchung von Vögeln aus dem Bereich von WKA führen, sollten nur dort angewendet werden, wo Kollisionen in stärkerem Maße zu erwarten sind. An Windparks, deren negative Wirkung vor allem in der Verdrängung von Vögeln aus ihren angestammten Rastgebieten liegt, wären solche Maßnahmen möglicherweise kontraproduktiv.

6. Abschätzung der Auswirkungen eines Repowering

Da einerseits insbesondere in Norddeutschland Standorte für Windparks knapp werden und andererseits die technische Entwicklung von WKA in den letzten Jah-

ren schnell vorangeschritten ist, werden zur Zeit zahlreiche kleinere WKA durch größere Anlagen ersetzt (Repowering). Aller Voraussicht nach wird sich dieser Trend in den nächsten Jahren fortsetzen. In diesem Kapitel soll anhand der zuvor zusammengestellten Ergebnisse versucht werden zu beurteilen, welche Auswirkungen durch ein Repowering auf Vögel und Fledermäuse zu erwarten sind.

Es sollen die Auswirkungen des Repowering hinsichtlich der Scheuchwirkung und der Kollisionsgefahr betrachtet werden. Um erste Anhaltspunkte für die Auswirkungen des Repowering zu erlangen, werden Modellrechnungen für vier verschiedene Szenarien durchgeführt. Im Szenario 1 wird davon ausgegangen, dass zehn 0,15 MW-Anlagen durch eine 1,5 MW-Anlage ersetzt werden. Unter Berücksichtigung der Beziehung von Nabenhöhe und Leistung der WKA (Kapitel 3.1.2) bedeutet dies, dass im Durchschnitt zehn jeweils 27,4 m hohe Masten durch einen 78,5 m hohen ersetzt werden. Im Szenario 2 wird davon ausgegangen, dass drei 0,5 MW-Anlagen durch eine 1,5 MW-Anlage ersetzt werden. Unter Berücksichtigung von Kapitel 3.1.2 bedeutet dies, dass im Durchschnitt drei jeweils 47,4 m hohe Masten durch einen 78,5 m hohen ersetzt werden. Bisher wurde davon ausgegangen, dass die Kapazität des Windparks nicht erhöht wird. Dies ist jedoch in der Praxis nur selten der Fall. In den folgenden Szenarien werden deshalb die Gesamtleistung des Parks um den Faktor 1,5 (Szenario 3) bzw. den Faktor 2,0 (Szenario 4) heraufgesetzt. Dabei werden jeweils 0,5 MW-Anlagen durch 1,5 MW-Anlagen ersetzt.

Die Wahl gerade dieser Szenarien liegen folgende Überlegungen zugrunde: Daten zur Auswirkungen von WKA mit einer Leistung von über 1,5 MW liegen kaum vor. Würden in den Szenarien größere Anlagen eingesetzt, bedeuteten die Ergebnisse eine Extrapolation, die als sehr unsicher einzustufen wäre. Das Ersetzen von 0,5 MW durch 1,5 MW Anlagen und die Kapazitätserhöhung des Windparks auf die 1,5- bis 2,0-fache Leistung (Szenarien 3 und 4) entspricht oft den realen Gegebenheiten (P. Ahmels, Bundesverband Windenergie, mündliche Mitt.). Der Ersatz von 0,15 MW-Anlagen bzw. 0,5 MW-Anlagen durch 1,5 MW-Anlagen (Szenarien 1 und 2) sollte es erlauben, den Einfluss der Anlagengröße bei gleichbleibender Gesamtleistung zu beurteilen.

6.1 Repowering und Störwirkung auf Vögel

Die Beziehungen zwischen Nabenhöhe der WKA und Mindestabstand der Vögel von WKA (Tab. 6) bzw. zwischen Nabenhöhe und Leistung der Anlagen erlauben es abzuschätzen, wie sich ein Repowering auf die Raumnutzung der Vögel auswirken könnte. Dazu werden folgende vereinfachende Annahmen getroffen:

1. Die Vögel nutzen den Raum innerhalb eines Kreises mit dem Radius des Minimalabstandes um die WKA überhaupt nicht (Störbereich), außerhalb dieses Kreises gibt es keine Auswirkungen der WKA.
2. Es handelt sich um einzeln stehende WKA. Da sich die Windparks hinsichtlich ihrer Anlagenkonfiguration erheblich unterscheiden, wurde diese hier nicht berücksichtigt. Die Konfiguration müsste für jeden Windpark zusätzlich und jeweils einzeln berücksichtigt werden.

Eine Abschätzung der Auswirkung kann nun durch den Vergleich der Größe der Störbereiche erfolgen. Ergibt sich zum Beispiel in Szenario 1, dass der Störbe-

reich einer 1,5 MW-Anlage kleiner als der von zehn 0,15 MW-Anlagen, ist das Repowering aus der Perspektive der Störf Wirkung auf Vögel zu befürworten, sonst nicht. Analog gilt für Szenario 2, dass ein Repowering sich positiv auswirkt, wenn der Störbereich einer 1,5 MW-Anlage kleiner ist als der von drei 0,5 MW-Anlagen. In Szenario 4 ist zu überprüfen, ob der Störbereich von zwei 1,5 MW-Anlage kleiner ist als der von drei 0,5 MW-Anlagen.

Die Ergebnisse der Beispielrechnungen finden sich in Tab. 17. Die Ergebnisse der Szenarien 1 und 2 unterscheiden sich nicht voneinander. Im Falle einer gleichbleibenden Gesamtkapazität des Windparks wäre für die Brutvögel in allen Fällen ein Repowering positiv zu bewerten. Für die Gastvögel ergab sich ein uneinheitli-

Tabelle 17. Abschätzung der Störf Wirkung von Repowering-Anlagen auf Vögel anhand von Modellrechnungen. Positive Auswirkungen bedeuten einen kleineren gestörten Bereich, negative Auswirkungen einen größeren gestörten Bereich nach dem Repowering. Einzelheiten siehe Text.

Table 17. Assessment of the extend of the area in which disturbance of birds occurs after repowering old wind farms. Results of model calculations under different scenarios. „positiv“ means a smaller area of disturbance after repowering, „negativ“ means a bigger area of disturbance after repowering. See text for details.

Szenario		1	2	3	4
Kapazitätserhöhung des Windparks		nein	nein	1,5 x	2,0 x
Austausch von WKA		0,15 MW durch 1,5 MW	0,5 MW durch 1,5 MW	0,5 MW durch 1,5 MW	0,5 MW durch 1,5 MW
Art					
Brutzeit					
Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>	positiv	positiv	positiv	positiv
Austernfischer	<i>Haematopus ostralegus</i>	positiv	positiv	positiv	positiv
Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>	positiv	positiv	negativ	negativ
Uferschnepfe	<i>Limosa limosa</i>	positiv	positiv	positiv	negativ
Rotschenkel	<i>Tringa totanus</i>	positiv	positiv	positiv	positiv
Felderleche	<i>Alauda arvensis</i>	positiv	positiv	positiv	positiv
Wiesenpieper	<i>Anthus pratensis</i>	positiv	positiv	positiv	positiv
Schafstelze	<i>Motacilla flava</i>	positiv	positiv	positiv	positiv
Amsel	<i>Turdus merula</i>	positiv	positiv	positiv	positiv
Fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	positiv	positiv	positiv	positiv
Zilpzalp	<i>Phylloscopus collybita</i>	positiv	positiv	positiv	positiv
Schilfrohrsänger	<i>Acroc. schoenobaenus</i>	positiv	positiv	positiv	positiv
Teichrohrsänger	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	positiv	positiv	positiv	positiv
Sumpfrohrsänger	<i>Acrocephalus palustris</i>	positiv	positiv	positiv	positiv
Dorngrasmücke	<i>Sylvia communis</i>	positiv	positiv	positiv	positiv
Rohrhammer	<i>Emberiza schoeniclus</i>	positiv	positiv	positiv	positiv
Hänfling	<i>Carduelis cannabina</i>	positiv	positiv	positiv	positiv
Nicht-Brutzeit (Rastvögel)					
Graureiher	<i>Ardea cinerea</i>	positiv	positiv	positiv	positiv
Pfeifente	<i>Anas penelope</i>	positiv	positiv	positiv	positiv
Gänse	<i>Gänse</i>	positiv	positiv	negativ	negativ
Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>	positiv	positiv	positiv	positiv
Tauchenten		positiv	positiv	positiv	positiv
Mäusebussard	<i>Buteo buteo</i>	negativ	negativ	negativ	negativ
Turmfalke	<i>Falco tinnunculus</i>	negativ	negativ	negativ	negativ
Großer Brachvogel	<i>Numenius arquata</i>	positiv	positiv	positiv	negativ
Austernfischer	<i>Haematopus ostralegus</i>	positiv	positiv	positiv	positiv
Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>	negativ	negativ	negativ	negativ
Bekassine	<i>Gallinago gallinago</i>	positiv	positiv	positiv	positiv
Goldregenpfeifer	<i>Pluvialis apricaria</i>	positiv	positiv	negativ	negativ
Ringeltaube	<i>Columba palumbus</i>	positiv	positiv	negativ	negativ
Lachmöwe	<i>Larus ridibundus</i>	negativ	negativ	negativ	negativ
Star	<i>Sturnus vulgaris</i>	negativ	negativ	negativ	negativ
Rabenkrähe	<i>Corvus corone</i>	negativ	negativ	negativ	negativ

ches Bild. Negative Bewertungen betrafen Mäusebussarde, Turmfalken, Kiebitze, Lachmöwen und Rabenkrähen. Für alle übrigen Arten würde ein Repowering unter den beschriebenen Umständen die Störfläche verringern. Mäusebussarde, Turmfalken, Lachmöwen und Rabenkrähen gehören zu den Arten, die nur sehr wenig von WKA verdrängt werden, so dass die Störfläche auch nach einer Vergrößerung insgesamt noch sehr klein wäre. Auch größere Anlagen dürften keinen nennenswert größeren Effekt ausüben, so dass auch hier die Wirkungen eines Repowering als nicht gravierend eingestuft werden können. Kiebitze hingegen zeigen eine, durch die Daten gut belegte, sehr starke Reaktion auf die Größe von WKA, so dass davon auszugehen ist, dass die Rastbestände dieser Art tatsächlich von einem Repowering negativ beeinflusst werden.

Die der Realität wohl näher kommenden Szenarien 3 und 4 zeigen ein etwas anderes Bild. Bezüglich der Brutvögel sind negative Auswirkungen auf Uferschnepfen und vor allem Kiebitze zu erwarten. Bei den Rastvögeln ergeben sich außer für die schon in den Szenarien 1 und 2 negativ beurteilten Arten auch für die Vögel, die sich als besonders sensitiv gegenüber WKA erwiesen haben (Gänse, Watvögel der offenen Landschaft), negative Bewertungen.

6.2 Repowering und Kollisionen von Vögeln und Fledermäusen

Die Beziehungen zwischen Nabenhöhe und Kollisionsrate bei Vögeln und Fledermäusen erlauben es, analog zum Vorgehen in Kap. 6.1 abzuschätzen, um welchen Betrag sich die Kollisionsraten unter den genannten Szenarien verändern werden. Würde beispielsweise in Szenario 2 eine 0,5 MW-Anlage durch eine 1,5 MW-Anlage ersetzt, ergäbe sich unter Benutzung der Regressionsgleichungen für die in Abb. 16 aus Kap. 3.2. dargestellten Daten, dass sich für Vögel die Kollisionsrate von 13,8 auf 23,1 erhöhte. Dies entspricht dem Faktor 1,7, also erheblich weniger als der Faktor 3, um den sich die Anlagenzahl verringert. Bezüglich des Vogelschlags ist ein Repowering nach Szenario 2 also als positiv zu bewerten. Für Fledermäuse betragen die entsprechenden Werte 10,9 jährliche Opfer für eine 0,5 MW-Anlage und 37,6 jährliche Opfer für eine 1,5 MW-Anlage. Die Zahlen unterscheiden sich um den Faktor 3,5, also mehr als um den Faktor 3, um den sich die Anlagenzahl verringert. Es ist also davon auszugehen, dass nach dem Repowering nach Szenario 2 mehr Fledermäuse verunglücken als vorher.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Tab. 18. dargestellt. Fledermäuse dürften insgesamt empfindlicher auf ein Repowering reagieren als Vögel. Für Vögel scheint sich generell die Vergrößerung der Anlagen bei gleichbleibender Gesamtkapazität des Windparks eher mindernd auf das Kollisionsrisiko auszuwirken. Die Kapazitätserweiterung bewirkt dann aber eine Erhöhung des Risikos. Der kritische Punkt liegt offensichtlich zwischen Kapazitätserhöhungen um den Faktor 1,5 und 2,0.

Bei diesen Modellrechnungen ist unbedingt zu bedenken, dass sie auf nur sehr wenigen untersuchten Fällen beruhen und dass die Beziehungen zwischen Nabenhöhe und Kollisionsrate weder für Vögel noch für Fledermäuse statistisch gesichert sind. Hinzu kommt, dass sowohl für Vögel als auch für Fledermäuse die Befunde sehr hoher Kollisionsraten aus dem Ausland und aus nicht immer mit den

Tabelle 18. Abschätzung der Auswirkung von Repowering auf das Kollisionsrisiko von Vögeln und Fledermäusen anhand von Modellrechnungen. Positive Auswirkungen bedeuten eine geringere Kollisionsgefahr, negative Auswirkungen eine größere Kollisionsgefahr nach dem Repowering. Einzelheiten siehe Text.

Table 18. Assessment of collision rates of birds and bats in relation to repowering old wind farms. Results of model calculations under different scenarios. „positiv“ means a smaller annual collision rate per turbine after repowering, „negativ“ means a higher annual collision rate per turbine after repowering. See text for details.

Szenario	1	2	3	4
Kapazitätserhöhung des Windparks	nein	nein	1,5 x	2,0 x
Austausch von WKA	0,15 MW durch 1,5 MW	0,5 MW durch 1,5 MW	0,5 MW durch 1,5 MW	0,5 MW durch 1,5 MW
Vögel	positiv	positiv	positiv	negativ
Fledermäuse	positiv	negativ	negativ	negativ

mitteleuropäischen Verhältnissen vergleichbaren Habitaten stammen. Es kann sich hier also bestenfalls um erste, sehr vorsichtig zu bewertende Einschätzungen handeln. Jede weitere Untersuchung kann die Gesamtergebnisse erheblich verändern, die deshalb keinesfalls als gesichert anzusehen sind. Auch lässt sich derzeit nicht abschätzen, welche Gefahren die erhebliche Vergößerung der WKA der neuen Generationen für den Vogelzug - insbesondere in der Nacht - und für Fledermäuse darstellen.

6.3 Zusammenfassende Bewertung des Repowerings

Versteht man unter Repowering das Ersetzen kleiner, älterer WKA durch eine geringere Anzahl größerer Anlagen, ohne dass sich die Summe der Leistung verändert, überwiegen nach gegenwärtigem Wissensstand die positiven Auswirkungen. Wenige größere Anlagen hätten vermutlich eine geringere Scheuchwirkung auf die meisten Vogelarten als viele kleine Anlagen. Zwar steigt die Kollisionsrate von Vögeln offensichtlich in gewissem Maße mit der Größe der Anlagen, aber diese Steigerung wird vermutlich durch die Verringerung der Anlagenzahl mehr als ausgeglichen. Dies gilt für Vögel und in eingeschränktem Maß auch für Fledermäuse.

Wird im Zuge eines Repowerings die Gesamtkapazität eines Windparks erhöht, vermindern sich die Vorteile. Besonders empfindliche Vogelarten werden zunehmend gestört, das Kollisionsrisiko besonders für Fledermäuse nimmt zu. Nach sehr vorsichtigen Abschätzungen und Bewertungen aller Teilergebnisse dürfte der Punkt, an dem die negativen Effekte zu überwiegen beginnen, etwa bei einer Kapazitätserhöhung um den Faktor 1,5 beginnen (bei Austausch von 0,5 MW-Anlagen durch 1,5 MW-Anlagen).

Weitgehend unbekannt ist allerdings noch, wie sich sehr große und dann notwendigerweise beleuchtete Anlagen auf nächtlich ziehende Vögel auswirken. Bisher existieren keine konkreten Hinweise auf hohe Vogelschlagraten. Es ist allerdings zu beachten, dass in Deutschland bisher bei nur relativ wenigen WKA eine ähnlich

systematische Suche nach Opfern durchgeführt worden ist, wie in den USA, wo derartige Kontrollen zum Standardprogramm für Begleituntersuchungen gehören (Morrison, 1998; Morrison & Pollock, 2000). Besonders die kleinen, oft unscheinbaren Singvögel, die einen großen Teil der Nachtzieher ausmachen, dürften, falls sie mit WKA kollidieren, oft unentdeckt bleiben.

Abschließend soll auf eine bedeutsame Möglichkeit hingewiesen werden, die das Repowering bietet. Es könnten Standorte für WKA aufgegeben werden, die besonders nachteilig für Vögel und Fledermäuse wirken. Stattdessen könnten Anlagen an weniger problematischen Standorten errichtet werden. Durch eine solche „Flurbereinigung“ der Windkraftnutzung dürfte es möglich sein, eine Reihe von Konflikten zwischen Naturschutz und Windkraftnutzung aus der Welt zu schaffen.

7. Auswirkungen anderer Formen regenerativer Energiegewinnung

Außer durch Windkraft kann Energie auch durch andere Methoden auf regenerative Art und Weise produziert werden. Dazu zählen insbesondere die Nutzung der Wasserkraft, die Nutzung der Solarenergie und der Anbau von „Energiepflanzen“. Die Wasserkraft wird bereits seit langer Zeit als Energieträger benutzt. Die Auswirkungen auf die biologische Umwelt sind komplex (Umweltbundesamt, 2001). Vögel und Fledermäuse sind vor allem durch indirekte Auswirkungen der Wasserkraft betroffen. Einerseits werden durch die Einrichtung von Staustufen und Talsperren neue stehende Gewässer geschaffen, die Lebensräume für eine Reihe von Arten bieten können. Andererseits gehen gleichzeitig Fließgewässer- und Auenlebensräume sowie die natürliche Dynamik von Flüssen verloren. Da die Auswirkungen der Wasserkraft auf andere Organismengruppen (z. B. wandernde Fische und Fließgewässerinsekten) ungleich größer ist als auf Vögel und Fledermäuse (Bunge et al., 2001; IKSR et al. 2003; Meyerhoff et al. 1998), soll hier die Nutzung der Wasserkraft nicht weiter behandelt werden.

Solarenergie

Die Nutzung von Solarenergie zur Stromgewinnung erfährt zur Zeit einen großen Aufschwung. Nachdem Solaranlagen (zur Stromerzeugung und zur Warmwasserbereitung) bisher überwiegend auf Gebäuden installiert wurden, werden zur Zeit großflächige Solarparks in der Ausdehnung mehrerer Hektar in Betrieb genommen. Über die Auswirkungen solcher Einrichtungen, in denen sehr viele Solarpanels auf Gestellen auf Freiflächen montiert werden, auf Vögel und Fledermäuse gibt es fast keine Erkenntnisse. Analog zur Situation bei Windkraftanlagen sind zwei Wirkungen denkbar: Vertreibung von Brut- und Gastvögeln sowie Fledermäusen aus dem Bereich der Solaranlagen und Anflugopfer.

Zu Anflugopfer könnte es bei Vögeln und weniger wahrscheinlich bei Fledermäusen dadurch kommen, dass die mehr oder weniger stark spiegelnden Oberflächen der Solaranlagen Wasserflächen vortäuschen, von denen Vögel angezogen werden. Dies Phänomen tritt regelmäßig bei Straßen nach Regenfällen auf, die für Schwimmvögel zur Falle werden. Als denkbare Opfer kommen vor allem nachts ziehende Wat- und Wasservögel in Frage. Ob es in nennenswertem Maße zu Vo-

gelschlag kommt, lässt sich mit dem gegenwärtigen Wissensstand nicht entscheiden. Hier besteht ein erheblicher Forschungsbedarf (siehe Kap. 8).

Wie sich die Aufstellung von Solaranlagen auf Brutvögel auswirken wird, lässt sich ebenfalls kaum vorhersagen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich empfindlichere Arten der offenen Landschaft (Watvögel) nicht in Solarparks halten können. Inwieweit brütende Singvögel betroffen sind, lässt sich nicht pauschal beurteilen. In diesem Zusammenhang ist sicherlich die Bewirtschaftung der Freiflächen zwischen den Anlagenteilen entscheidend. Gleiches gilt auch für die Gastvögel. Gänse und empfindliche Watvögel dürften innerhalb von Solarparks kaum zu finden sein. Für die Beurteilung des Eingriffs aus der Sicht des Naturschutzes ist sicherlich entscheidend, wie die Flächennutzung und die Bedeutung des Gebiets vor der Einrichtung der Solaranlage zu bewerten waren.

Energiepflanzen

Nach gegenwärtigem Stand der Diskussion deuten sich im wesentlichen zwei Möglichkeiten der Energienutzung durch Pflanzen an: die Gewinnung von pflanzlichen Ölen (als Treibstoff) und die Verwertung ganzer Pflanzen zur Verbrennung oder Fermentierung.

Ölpflanzen

Bereits heute werden Treibstoffe vor allem aus Raps und Sonnenblumen gewonnen. Der Anbau dieser Pflanzen zur energetischen Verwertung unterscheidet sich nicht von deren Anbau zu anderen Zwecken, so dass die Erfahrungen aus der Landwirtschaft zu Rate gezogen werden können. Der intensive Anbau von Raps hat nicht grundsätzlich andere Auswirkungen auf Vogelbestände als andere intensive Formen der Landwirtschaft. Als Winterkultur mit einer bereits im Winter annähernd geschlossenen Vegetationsdecke bietet er im Gegensatz zu Wintergetreide einigen Vogelarten auch außerhalb der Brutzeit Nahrung (Gillings, 2001; Inglis et al., 1997), dies gilt besonders auch für überwinternde Großvögel (Schwäne, Gänse, Pfeifenten, Großtrappe). Die im Frühjahr sehr schnell aufwachsenden Pflanzen stehen so dicht, dass Feldvögel wie Rebhuhn, Wachtel, Kiebitz, Wiesenpieper, Grau- und Goldammer Rapsfelder meiden (Biber, 1993; Döring & Helfrich, 1986; Fuchs, 1997; Jenny et al., 2002; Morris et al., 2001; Salek, 1993; Sellin, 1994; Suter, Rehsteiner & Zbinden, 2002; Töpfer, 1996; Wakeham-Daeson & Aebischer, 1997; Weibel, 1995). Besonders Zweit- und Ersatzbruten sind kaum noch möglich, so dass die Vögel, die im zeitigen Frühjahr die noch niedrigen Bestände besiedelt haben, in eine „ökologische Falle“ tappen (Donald et al., 2001; Wilson et al., 1997). Allerdings können in einigen Regionen bestimmte Vogelarten vergleichsweise häufig in Rapsfeldern vorkommen. Dies gilt für Rohrhammern (Burton et al., 1999) und insbesondere für Schafstelzen und Blaukehlchen in Norddeutschland (auch eigene Beobachtungen) und Polen (Stiebel, 1997; Tryjanowski & Bajczyk, 1999), nicht jedoch offensichtlich in Großbritannien (Mason & Macdonald, 2000).

Über den Anbau von Sonnenblumen und Vogelbestände liegen weniger Erfahrungen vor. Feldlerchen meiden zur Brutzeit Sonnenblumenfelder (Weibel, 1999; Weibel, 1995); jedoch können je nach Wildkrautanteil Sumpfrohrsänger und Dorngrasmücke vom Rand her einwandern (Dürr in lit.). Sonnenblumen-Stoppelfelder sind sehr wertvolle Nahrungsflächen für Körner fressende Singvogelarten und Tauben.

Grundsätzlich ist zu bedenken, dass viele Feldvogelarten auf ein Mindestmaß an Diversität in der Landnutzung angewiesen sind (NABU, 2004). Sollte der Anbau von Raps oder Sonnenblumen zur Ölgewinnung zu einer Vereinheitlichung der Anbaustruktur führen, wären negative Auswirkungen auf die Feldvogelbestände zu erwarten.

Gehölze

Schnell wachsende Gehölze, vor allem Weiden und Pappeln, werden in mehreren Ländern zur Gewinnung von Holzschnitzeln zur Verfeuerung angebaut. Die Bestände werden nach drei bis fünf Jahren geerntet, wenn sie etwa 5 m hoch sind. Pro Anbaufläche sind etwa sechs Ernten, also 20-30 Betriebsjahre möglich. Die wenigen bisher vorhandenen Untersuchungen (Anderson, Haskins & Nelson, 2003; Goransen, 1990; Kavanagh, 1990; Sage & Robinson, 1996) zeigen, dass die Gehölzflächen im ersten Kulturjahr von typischen Feldvögeln und dann zunehmend von Gebüschbrütern besiedelt werden. Die Siedlungsdichten hängen von einer Vielzahl von Faktoren ab, unter anderem davon, wie rigoros die in den ersten Kulturjahren notwendige Unkrautbekämpfung durchgeführt wurde.

Ähnlich wie für die Solarparks wird eine Beurteilung von Energiegehölzpflanzungen aus Naturschutzsicht wesentlich davon abhängen, auf welchem Standort die Kultur angelegt wird. Intensiv genutzte Ackerstandorte können durch Gehölze aufgewertet werden. Feuchtwiesengebiete mit bedrohten Wiesenvögeln können jedoch auch entwertet werden.

Andere „Energiepflanzen“

Über die Auswertungen anderer pflanzlicher Energieträger auf Vogel- und Fledermausbestände gibt es wenige Angaben (Anderson et al., 2003). Sehr hoch aufwachsende Pflanzen wie *Miscanthus* dürften als Brut- und Rasthabitate für Feldvögel ungeeignet sein, aber Röhrichtbewohner anziehen. Untersuchungen in Nordamerika haben gezeigt, dass bestimmte Graskulturen eine höhere Dichte und Artenvielfalt von Vögeln aufweisen können als konventionelle Ackerkulturen (Beyea, Cook & Hoffman, 1995). Für die Gewinnung von Biogas aus landwirtschaftlicher Produktion eignen sich vor allem Produkte, die sehr Eiweiß- Fett- oder Kohlehydrathaltig sind. Als Feldfrüchte kommen vor allem in Frage Silagegras (1. Schnitt), Mais und Raps (www.fnr-server.de). Produkte, die in extensiver, naturschutzorientierter Wirtschaftsweise entstehen (spät geschnittene Gräser) sind weniger gut geeignet. Äcker mit schnell wachsenden Maissorten sind sicherlich für die meisten Feldvogelarten nicht besiedelbar. Lediglich kurz nach der Einsaat könnten Maisäcker von bodenbrütenden Arten genutzt werden. Eine deutliche Zunahme des Maisanbaus dürfte zu einem weiteren erheblichen Rückgang der

Diversität der Ackervogelfauna führen. Dies ist auch zu erwarten, wenn „Energiepflanzen“ als Monokulturen große Flächen in Anspruch nehmen und die für viele Lebensformen wichtigen Randstrukturen verschwinden. Viele Vogelarten der Agrarlandschaft können derzeit nur in Randstrukturen, nicht aber auf den eigentlichen Produktionsflächen überdauern (NABU, 2004).

8. Forschungsbedarf

Auch wenn seit etwa zwei Jahrzehnten Erfahrungen über Auswirkungen von WKA auf Vögel und in geringerem Maße auch Fledermäuse vorliegen, bestehen doch noch gravierende Wissenslücken, die hinsichtlich eines weiteren Ausbaus der Windkraft, insbesondere des Repowerings, dringend geschlossen werden müssen. Es werden hier vor allem solche Aspekte in den Vordergrund gestellt, die für den weiteren Ausbau der Windkraft in Deutschland wichtig sind und praktische Erkenntnisse erwarten lassen, die für die weiteren Planungen relevant sind. Bezüglich anderer Formen der regenerativen Energiegewinnung steht die Forschung noch fast am Anfang, so dass dieser Bereich separat behandelt werden muss.

Forschungsbedarf zu Auswirkungen von WKA auf Vögel und Fledermäuse

In Deutschland und anderen europäischen Ländern haben sich viele Untersuchungen mit dem Verdrängungseffekt von WKA beschäftigt. Wie im Kapitel 2 „Material und Methoden“ aufgeführt, erfüllen bisher nur sehr wenige Studien die Kriterien, die an wissenschaftlich fundierte Untersuchungen zu stellen sind. Im Fall der Windkraft bedeutet dies, dass es noch deutlich mehr Vorher-Nachher-Studien geben muss, die vor und nach dem Bau der WKA wenigstens jeweils zwei Untersuchungsjahre umfassen und auch eine nicht von WKA bebaute Kontrollfläche aufweisen müssen. Jeweils mindestens zwei Untersuchungsjahre sind aus statistischen Gründen notwendig, um die (natürlichen) Schwankungen in den Beständen (oder den anderen gemessenen Parametern) abschätzen zu können.

Viele Untersuchungen haben den Einfluss der Habitatwahl von Vögeln und Fledermäusen, der die Effekte der Windkraft überlagern kann, nicht explizit berücksichtigt. Besonders für die sehr stöempfindlichen Arten (rastende Gänse und Watvögel) wären hier eingehende Untersuchungen notwendig. Diese Studien müssen gleichzeitig die Ausdehnung der zur Verfügung stehenden Habitate, deren Nutzung durch die Vögel, und die dadurch resultierenden Wechselwirkungen mit WKA erfassen. Die Ergebnisse solcher Untersuchungen würden eine erheblich differenziertere Beurteilung von Abstandsregelungen von Vogelrastgebieten und WKA erlauben. Konflikte zwischen WKA und Rastvogelvorkommen sind insbesondere bei einem weiteren Ausbau der WKA im Binnenland in größerer Zahl zu erwarten. Dies gilt sinngemäß auch für Fledermäuse, für die bisher fast noch völlig unbekannt ist, in welcher Weise WKA zu Einschränkungen des Jagdgebiets führen.

Es fehlt bisher auch an einer übergeordneten Studie, die untersucht, welcher Anteil des Lebensraumes bestimmter empfindlicher Arten (z. B. Gänse) bisher durch Windkraftanlagen potentiell beeinträchtigt wird. Eine solche Studie sollte möglichst auf europäischem Niveau, in jedem Fall auch deutschlandweit, durchge-

führt werden und eine Analyse der Verteilungsmuster von WKA und Rastvögel, ggf. auch Brutvögeln beinhalten.

Des Weiteren sind Langzeitstudien erforderlich, um langfristige Effekte von WKA zu untersuchen, über die fast noch nichts bekannt ist. Diese Effekte könnten z. B. eine Gewöhnung (im Umgangssprachlichen Sinn) von Vögeln bzw. Fledermäusen an WKA sein, so dass die negativen Auswirkungen der WKA langfristig sinken. Für ziehende Vögel und Fledermäuse sind solche Phänomene allerdings nicht zu erwarten. Es ist aber auch nicht auszuschließen, dass sich durch WKA verursachte Bestandsrückgänge erst langfristig bemerkbar machen. Dies könnte der Fall sein, wenn sich alteingesessene Brutvögel wegen ihrer ausgeprägten Ortstreue nicht von WKA vertreiben lassen, die entsprechenden Reviere aber nicht mehr von Nachfolgern besetzt werden. Dies könnte bei den relativ langlebigen Wiesenvögeln der Fall sein.

Das Wissen über die möglichen Auswirkungen von Windparks als Barriere auf dem Zug von Vögel ist bisher noch zu gering, um klare Schlüsse zu ziehen. Weder ist bekannt, unter welchen Umständen es zu einer Beeinträchtigung des Zuges kommt, noch lässt sich abschätzen, ob die möglicherweise entstehenden Beeinträchtigungen in Hinblick auf den Ablauf des Zuges relevant sind. Hier müssen neben den klassischen Sichtbeobachtungen dringend auch Beobachtungen mit geeigneten Geräten in der Nacht durchgeführt werden. Hinzu kommen muss eine räumliche Analyse der Windparkstandorte mit dem Ziel, die Wahrscheinlichkeit zu berechnen, mit denen Vögel auf einer bestimmten Zugroute in Europa auf Windparks treffen.

Auch wenn die bisher bekannten Beziehungen zwischen Anlagenhöhe und Scheuchwirkung erste Hinweise darauf geben, wie sich die im Rahmen des Repowering und des weiteren Ausbaus der Energiegewinnung durch Windkraft aufgestellten größeren WKA auswirken, sind die Ergebnisse im Einzelnen kaum belastbar. Es sind dringend Studien erforderlich, die die Scheuchwirkung verschieden großer Anlagen unter möglichst gleichen Bedingungen mit exakt gleichen Methoden untersuchen. Diese Untersuchungen müssen sich über einen Zeitraum von mindestens zwei Jahren hinziehen und in einem Gebiet durchgeführt werden, in dem sowohl viele WKA stehen als auch viele Rastvögel zu erwarten sind. Hinzu kommen müssen Studien, die die Scheuchwirkung von zu ersetzenden WKA mindestens zwei Jahre vor und zwei Jahre nach dem Repowering untersuchen.

Erstaunlicherweise liegen für eine Reihe von oft als empfindlich eingestuften Vogelarten praktisch nur sehr wenige Untersuchungen zu deren Reaktionen auf Windkraftanlagen vor. Hierzu zählen etliche Grossvögel (z. B. Störche, Greifvögel, Kranich) aber auch z.B. der Wachtelkönig (Müller & Illner, 2002). Hier sind dringend gezielte Studien notwendig.

In Deutschland liegen bisher so gut wie keine systematischen Untersuchungen über die Mengen der pro Jahr verunglückten Vögel und Fledermäuse vor. Die von T. Dürr zusammengestellten Daten (Tab. 9 und 11) deuten zwar darauf hin, dass es nur für relativ wenige Arten größere Probleme gibt (Greifvögel, Möwen, bestimmte Fledermausarten), können aber nicht viel über das tatsächliche Ausmaß der Verluste sagen. Da sich die Nachsorge über unterschiedliche, zum Teil nur sehr kurze,

Zeiträume erstreckte, bleibt die tatsächliche Zahl der Opfer im Dunkeln. So ist völlig unbekannt, wie sich die sehr großen Anlagen der neuen Generation mit ihren Lichtmarkierungen auf nächtlich ziehende Vögel auswirken. Systematische Untersuchungen der Mortalität von Vögeln und Fledermäusen an sehr großen Anlagen an potentiellen Gefahrenpunkten (bekannten Zuglinien) sind dringend erforderlich. Dabei sind die methodischen Vorgaben aus den USA anzuwenden bzw. an deutsche Verhältnisse anzugleichen (Anderson et al., 2000a; Morrison, 1998; Smallwood & Thelander, 2004). Auf jeden Fall müssen die Studien experimentell die Verschwindensrate von Kadavern ermitteln und die Sucheffizienz von Mitarbeitern in unterschiedlichem Gelände berücksichtigen.

Eine große Chance besteht darin, Methoden und Geräte zu entwickeln, die Kollisionen von Vögeln und Fledermäusen automatisch aufzeichnen (Wärmebildkameras, Radargeräte, siehe auch Cooper & Kelly, 2000; Desholm, 2003; Erickson et al., 2001; Verhoef et al.). Damit werden Kollisionskontrollen auf die Dauer effizienter durchführbar und in schwierigem Gelände (z. B. auf dem offenen Meer) überhaupt erst machbar. Außerdem wird es so möglich, mehr über die Umstände zu erfahren, unter denen Vögel und Fledermäuse verunglücken. Mit diesem Wissen kann auf bestimmte Risikosituationen reagiert werden (temporäres Abschalten von Turbinen bei starkem Vogelzug und schlechtem Wetter). Die Entwicklung und Erprobung von automatischen Aufzeichnungsgeräten sollte mit Priorität vorangebracht werden. Zusätzlich ist es erforderlich zu ermitteln, welche Wetterlagen besondere Gefahren für Vögel und Fledermäuse darstellen.

Es ist weitgehend unbekannt, welchen Einfluss die durch WKA verursachte zusätzliche Mortalität auf die Populationsentwicklung der betroffenen Vögel und Fledermäuse hat. Die in Kap. 4 dargestellten Ergebnisse konnten das Problem nur anreißen. Für die am stärksten betroffenen Arten sollte anhand der bekannten Todesfälle eine durch WKA verursachte Mortalitätsrate abgeschätzt werden. Populationsmodelle müssen dann auch die Regenerationsfähigkeit der Populationen berücksichtigen. Insbesondere muss ermittelt werden, inwieweit die Populationen in der Lage sind, Verluste durch (dichteabhängige) Erhöhungen der Reproduktion auszugleichen. Dazu sind alle Hinweise auf Dichteabhängigkeiten von Reproduktions- und Mortalitätsraten auszuwerten.

Als ein besonderes Problem im Zusammenhang mit der Nutzung von WKA in Deutschland haben sich die zahlreichen Kollisionen von Rotmilanen herausgestellt. Es handelt sich dabei überwiegend um lokale Brutvögel. In vielen Fällen dürfte nach der Kollision auch noch eine Brut verloren gehen. Wegen der hohen Verantwortung, die die Bundesrepublik Deutschland für diese Art trägt (etwa die Hälfte der Rotmilane weltweit brüten in Deutschland) und des geringen Bestandes der Art mit weltweit 24.000 Paaren (BirdLife International & European Bird Census Council, 2000) sind hier dringend Vorkehrungen zur Lösung des Problems zu treffen. Folgende Schritte erscheinen notwendig:

1. Analyse der Umstände der bisher vorliegenden Funde aus dem Register der Staatl. Vogelschutzwanne Brandenburg;
2. Etablierung eines Monitorings in allen Verbreitungsschwerpunkten des Rotmilans in Deutschland, das es erlaubt, das räumliche und zeitliche Ausmaß des Phänomens zu erfassen. Die Methoden können dabei wegen der Größe

- und leichteren Auffindbarkeit der Vögel und der zeitlichen Beschränkung auf die Brutzeit (April bis August) weniger aufwendig sein, als für ein allgemeines Kollisionsmonitoring);
3. Untersuchungen des Jagdverhaltens und der Raumnutzung von Rotmilanbrutpaaren an WKA, an denen bereits Verluste festgestellt wurden (Verhaltensbeobachtungen und Ausstattung von Vögeln mit Sendern);
 4. Vorausgesetzt, die Schritte 1-3 ergeben konkrete Hinweise, experimentelle Durchführung von Maßnahmen im Umfeld von WKA (Verscheuchungsmaßnahmen, Reduktion des Nahrungsangebots etc.) und Überprüfung derer Wirksamkeit.

Auch für Seeadler sollte ein ähnliches Vorgehen in Erwägung gezogen werden.

Viele der in Kap. 5 genannten Möglichkeiten, die Kollisionsrate von Vögeln mit WKA zu reduzieren, sind bisher nicht im Felde getestet worden. Feldtests sind hier dringend erforderlich (Erickson et al., 2001).

Wegen der Kollisionen von Fledermäusen mit Windkraftanlagen sollten grundlegende sinnesphysiologische bzw. verhaltenskundliche Untersuchungen mit dem Ziel begonnen werden, die von den Fledermäusen angewendeten Orientierungsmechanismen beim Anflug auf WKA zu klären. Eventuell bietet es sich an, Maßnahmen zu entwickeln, die die Fledermäuse zwingen, ihre Echolotorientierung zu nutzen.

Im Falle von Wachtelkönigen, Wachteln und eventuell noch weiteren Arten sollte durch verhaltenskundliche Experimente geklärt werden, ob die von WKA verursachten Geräusche die akustische Kommunikation der Arten unterbinden können.

Forschungen bezüglich anderer Formen der regenerativen Energiegewinnung

Der Forschungsbedarf für die übrigen hier betrachteten Formen der regenerativen Energiegewinnung ist erheblich größer als bezüglich der Windkraft. Dies gilt besonders für Solaranlagen. Für diese ist nicht bekannt, wie sie sich auf Brut- und Zugvögel sowie andere Tiere oder Pflanzen in ihrer Umgebung auswirken. Weder gibt es Daten über die anzunehmenden Scheuchwirkungen noch über Anflugopfer, die dadurch entstehen können, dass nächtlich ziehende Wasservögel Solarkollektoren mit Wasserflächen verwechseln. Untersuchungen, die das Ausmaß der Auswirkungen von Solarparks auf die Vogelwelt (und auf andere biologische Taxa) quantifizieren können, sind dringend erforderlich. Diese Untersuchungen sind grundsätzlich so durchzuführen wie auch für Windparks. Die Bestände vor dem Eingriff müssen über mindestens zwei Jahre erhoben werden. Die Untersuchungen sind dann ebenfalls mindestens zwei Jahre nach Errichtung der Anlage fortzuführen. Zusätzlich ist eine vergleichbare Kontrollfläche einzurichten, auf der keine Solaranlagen errichtet werden. Neben der Kartierung von Brut- und Rastvögeln muss auch nach Anflugopfern gesucht werden. Dabei gelten die gleichen Kriterien wie für entsprechende Studien an WKA (siehe oben). Insbesondere die Verschwinde rate von Kadavern muss kontrolliert werden.

Über die Auswirkungen des Anbaus von „Energiepflanzen“ liegen ebenfalls nur sehr beschränkte Daten vor. In einigen Fällen kann hier jedoch auf Erfahrungen aus dem Bereich Vögel im Agrarbereich zurückgegriffen werden.

Tabelle 19. Übersicht des Forschungsbedarfs.
Table 19. Most important topics for future research.

Energie-gewinnungs-form	Untersuchungsthema	Priorität
WKA	Abhängigkeit der Scheuchwirkung von der Größe der WKA	hoch
WKA	Kollisionsraten (pro) Jahr von Vögeln und Fledermäusen in Abhängigkeit von der Anlagengröße	sehr hoch
WKA	Entwicklung und Erprobung von Geräten zur automatischen Aufzeichnung von Kollisionen	hoch
WKA	Spezialuntersuchung Rotmilan	sehr hoch
WKA	Spezialuntersuchungen an empfindlichen Greifvögeln, Wachtelkönigen und anderen Arten	hoch
WKA	Vorher-Nachher-Untersuchungen der Vogel- und Fledermausbestände	
WKA	Langzeitwirkung von WKA	
WKA	Einfluss der Habitatverfügbarkeit auf die Scheuchwirkung	
WKA	Großräumige Beeinträchtigung von Vogelbeständen durch WKA (Wieviel Fläche ohne WKA steht in Deutschland/Europa noch zur Verfügung?)	hoch
WKA	Barrierewirkung von WKA	
WKA	Genauere Populationsmodelle zur Beurteilung der Kollisionsmortalität	
WKA	Untersuchungen zur Orientierung ziehender Fledermäuse	hoch
WKA	Untersuchungen zum Einfluss von WKA auf die akustische Kommunikation bestimmter Vogelarten	
Solar-Anlagen	Vorher-Nachher-Untersuchungen der Brut- und Rastvogelbestände	sehr hoch
Solar-Anlagen	Kollisionsraten mit Solaranlagen	sehr hoch
Biomasse	Auswirkungen von großflächigem Biomasseanbau auf die Biodiversität	hoch

9. Danksagungen

Für die Unterstützung unserer Arbeit durch Diskussionen und Anregungen, zur Verfügung stellen von Daten und Literatur sowie sonstige Hilfen danken wir: Kathrin Ammermann, Yannick André, Karin Andrick, Lothar Bach, Tobias Dürr, Klaus-Michael Exo, Bernd Hälterlein, Friedhelm Igel, Hubertus Illner, Bettina Keite, Claus Mayr, Frank Musiol, Hans-Ulrich Rösner, Matthias Schreiber, Anna Ziese und allen Mitgliedern der Projektbegleitenden Arbeitsgruppe zu diesem Projekt. Unterstützung für die statistischen Auswertungen erhielten wir von Professor Les G. Underhill, Avian Demography Unit, Department of Statistical Sciences, University of Cape Town.

10. Literaturverzeichnis

- ACHA, A. (1998). Negative impact of wind generators on Eurasian Griffon Gyps fulvus in Tarifa, Spain. *Vulture News* 38, 10-18.
- AG EINGRIFFSREGELUNG. (1996). Empfehlungen zur Berücksichtigung der Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege beim Ausbau der Windenergienutzung. *Natur und Landschaft* 71, 381-385.
- AHLÉN, I. (2002). Fladdermöss och fåglar dödade av vindkraftverk. *Fauna och Flora* 97, 14-21.
- ALBOUY, S., CLÉMENT, D., JONARD, A., MASSÉ, P., PAGÈS, J.-M. & NEAU, P. (1997). Suivi ornithologique du parc éolien de Porte-la-Nouvelle (Aude) - Rapport final. ABIES, LPO, Gardouch.
- ALBOUY, S., DUBOIS, Y. & PICQ, H. (2001). Suivi ornithologique des parcs éoliens du plateau de Garrigue Haute (Aude) - Rapport final. ABIES, LPO, Gardouch.
- ANDERSON, G. Q. A., HASKINS, L. R. & NELSON, S. H. (2003). The effects of bioenergy crops on farmland birds in the UK - a review of current knowledge and future predictions. RSPB, Sandy.
- ANDERSON, R., MORRISON, M., SINCLAIR, K. & STRICKLAND, D. (1999). Studying Wind Energy/Bird Interactions: A Guidance Document. Avian Subcommittee and the National Wind Coordinating Committee, Washington, DC.
- ANDERSON, R. L., MORRISON, M. L., SINCLAIR, K. & STRICKLAND, M. D. (2000a). Studying Wind Energy/Bird Interactions: A Guidance Document - Executive Summary. In Proceedings of National Avian - Wind Power Planning Meeting III (ed. PNAWPPM-III), pp. 126-131. Prepared for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee by LGL Ltd., King City, Ont., San Diego, California.
- ANDERSON, R. L., STRICKLAND, M. D., TOM, J., NEUMANN, N., ERICKSON, W. P., CLECKLER, J., MAYORGA, G., NUHN, G., LEUDERS, A., SCHNEIDER, J., BACKUS, L., BECKER, P. & FLAGG, N. (2000b). Avian Monitoring and Risk Assessment at Tehachapi Pass and San Geronio Pass Wind Resource Areas, California. In Proceedings of National Avian - Wind Power Planning Meeting III (ed. PNAWPPM-III), pp. 31-46. Prepared for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee by LGL Ltd., King City, Ont., San Diego, California.
- BACH, L. (2001). Fledermäuse und Windenergienutzung - reale Probleme oder Einbildung? *Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen* 33, 119-124.
- BACH, L. (2002). Auswirkungen von Windenergieanlagen auf das Verhalten von Fledermäusen am Beispiel des Windparks „Hohe Geest“, Midlum. Bericht der Arbeitsgemeinschaft zur Förderung angewandter biologischer Forschung im Auftrag der KW Midlum GmbH & Co. KG, Freiburg, Niederelbe.
- BACH, L. (2003). Effekte von Windenergieanlagen auf Fledermäuse. In: *Kommen die Vögel und Fledermäuse unter die (Wind)räder?*, Dresden, 17.-18.11.2003.
- BACH, L., HANDKE, K. & SINNING, F. (1999). Einfluss von Windenergieanlagen auf die Verteilung von Brut- und Rastvögeln in Nordwest-Deutschland. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* 4, 107-122.
- BARRIOS, L. & RODRIGUEZ, A. (2004). Behavioural and environmental correlates of soaring bird mortality at on-shore wind turbines. *Journal of Applied Ecology* 41, 72-81.
- BEINTEMA, A.J. & MÜSKENS, G.J.D.M. (1981), De invloed van beheer op de productiviteit van weidevogels. RIN-rapport 81/19, Leersum.
- BEINTEMA, A. J. & DROST, N. (1986). Migration of the Black-tailed Godwit. *Le Gerfaut* 76, 37-62.
- BEZZEL, E. (1985), *Kompendium der Vögel Mitteleuropas*. Aula, Wiesbaden.

- BEZZEL, E. (1993), Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Aula, Wiesbaden.
- BERGEN, F. (2001a). Untersuchungen zum Einfluss der Errichtung und des Betriebs von Windenergieanlagen auf Vögel im Binnenland. Dissertation, Ruhr Universität Bochum.
- BERGEN, F. (2001b). Windkraftanlagen und Frühjahrsdurchzug des Kiebitz (*Vanellus vanellus*): eine Vorher/Nacher-Studie an einem traditionellen Rastplatz in Nordrhein-Westfalen. Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen 33, 89-96.
- BERGEN, F. (2002a). Einfluss von Windenergieanlagen auf die Raum-Zeitnutzung von Greifvögeln. In Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes (ed. H. Ohlenburg), pp. 86-96. Technische Universität, Berlin.
- BERGEN, F. (2002b). Windkraftanlagen und Frühjahrsdurchzug des Kiebitz (*Vanellus vanellus*): eine Vorher-Nachher-Studie an einem traditionellen Rastplatz in Nordrhein-Westfalen. In Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes (ed. H. Ohlenburg), pp. 77-85. Technische Universität, Berlin.
- BERGH, L. M. J. v. D., SPAANS, A. L. & SWELM, N. D. v. (2002). Lijnopstellingen van windturbines geen barrière voor voedselvluchten van meeuwen en sterns in de broedtijd. Limosa 75, 25-32.
- BEYEA, J., COOK, J. H. & HOFFMAN, W. (1995). Vertebrate species diversity in large-scale energy crops and associated policy issues. Annual progress report to Biofuels Feedstock Development Program. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge.
- BIBER, O. (1993). Raumnutzung der Goldammer *Emberiza citrinella* für die Nahrungssuche zur Brutzeit in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft (Schweizer Mittelland). Ornithologischer Beobachter 90, 283-296.
- BIOCENOSE & LPO AVEYRON - GRANDS CAUSSES. (2002). Synthèse et analyse bibliographique visant à évaluer les impacts des éoliennes sur les populations de vertébrés sauvages. BIOCENOSE et LPO Aveyron - Grands Causses pou ADEME, Onet-le-Chateau.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL & EUROPEAN BIRD CENSUS COUNCIL. (2000). European bird populations: estimates and trends. BirdLife International, Cambridge.
- BMU. (2004). Themenpapier Windenergie. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Art 2122, März 2004.
- BOONE, D. (2003). Bat kill at West Virginia windplant, Maryland.
- BÖTTGER, M., CLEMENS, T., GROTE, G., HARTMANN, G., HARTWIG, E., LAMMEN, C., VAUK-HENTZELT, E. & VAUK, G. (1990). Biologisch-Ökologische Begleituntersuchungen zum Bau und Betrieb von Windkraftanlagen. In NNA-Berichte 3, Sonderheft. NNA.
- BRAUNEIS, W. (1999). Der Einfluss von Windkraftanlagen auf die Avifauna am Beispiel der „Solzer Höhe“ bei Bebra-Solz im Landkreis Hersfeld-Rotenburg - Untersuchung im Auftrag des Bundes für Umwelt und Naturschutz (BUND) Landesverband Hessen e. V. - Ortsverband Alheim-Rotenburg-Bebra, pp. 1-91, Bebra.
- BRAUNEIS, W. (2000). Der Einfluss von Windkraftanlagen (WKA) auf die Avifuna, dargestellt insb. am Beispiel des Kranichs *Grus grus*. Ornithologische Mitteilungen 52, 410-415.
- BUNGE, T., DIRBACH, D., DREHER, B., FRITZ, K., LELL, O., RECHENBERG, B., RECHENBERG, J., SCHMITZ, E., SCHWERMER, S., STEINHAEUER, M., STEUDTE, C. & VOIGT, T. (2001), Wasserkraftanlagen als erneuerbare Energiequelle - rechtliche und ökologische Aspekte. Umweltbundesamt.
- BURNHAUSER, A. (1983). Zur ökologischen Situation des Weißstorchs in Bayern: Brutbestand, Biotopansprüche, Schutz und Möglichkeiten der Bestandserhaltung und -verbesserung. Abschlußbericht, Inst. f. Vogelk., Garm.-Partenk., 488 S.
- BURTON, N. H. K., WATTS, N. P., CRICK, H. Q. P. & EDWARDS, P. J. (1999). The effect of preharvesting operations on Reed Buntings *Emberiza schoeniclus* nesting in Oilseed Rape *Brassica napus*. Bird Study 46, 369-372.

- CATCHPOLE, E. A., MORGAN, B. J. T., FREEMAN, S. N. & PEACH, W. J. (1999). Modelling the survival of British Lapwings *Vanellus vanellus* using ring-recovery data and weather covariates. *Bird Study* 46 (supplement), 5-13.
- CLEMENS, T. & LAMMEN, C. (1995). Windkraftanlagen und Rastplätze von Küstenvögeln - ein Nutzungskonflikt. *Seevögel* 16, 34-38.
- COOPER, B. A. & KELLY, T. A. (2000). Night Vision and Thermal Imaging Equipment. In *Proceedings of National Avian - Wind Power Planning Meeting III* (ed. PNAWPPM-III), pp. 164-165. Prepared for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee by LGL Ltd., King City, Ont., San Diego, California.
- CRAWFORD, R. L. & ENGSTROM, R. T. (2001). Characteristics of avian mortality at a north Florida television tower: a 29-year study. *Journal of Field Ornithology* 72, 380-388.
- CROCKFORD, N. J. (1992). A review of the possible impacts of wind farms on birds and other wildlife. In *JNCC Report*, vol. 27, pp. 60, Peterborough.
- DE LUCAS, M., JANSS, G. F. E. & FERRER, M. (2004). The effects of a wind farm on birds in a migration point: the Strait of Gibraltar. *Biodiversity and Conservation* 13, 395-407.
- DESHOLM, M. (2003). Thermal animal detection systems (TADS). Development of a method for estimating collision frequency of migrating birds at offshore wind turbines. NERI Technical Report No. 440.
- DIERSCHKE, V., HÜPPOP, O. & GARTHE, S. (2003). Populationsbiologische Schwellen der Unzulässigkeit für Beeinträchtigungen der Meeresumwelt am Beispiel der in der deutschen Nord- und Ostsee vorkommenden Vogelarten. *Seevögel* 24, 61-72.
- DONALD, P. F., EVANS, A. D., BUCKINGHAM, D. L., MUIRHEAD, L. B. & WILSON, J. D. (2001). Factors affecting the territory distribution of Skylarks *Alauda arvensis* breeding on lowland farmland. *Bird Study* 48, 271-278.
- DONALD, P. F., EVANS, A. D., MUIRHEAD, L. B., BUCKINGHAM, D. L., KIRBY, W. B. & SCHMITT, S. I. A. (2002). Survival rates, causes of failure and productivity of Skylark *Alauda arvensis* nests on lowland farmland. *Ibis* 144, 652-664.
- DOOLING, R. J. & LOHR, B. (2001). The Role of Hearing in Avian Avoidance of Wind Turbines. In *Proceedings of National Avian - Wind Power Planning Meeting IV* (ed. PNAWPPM-IV), pp. 115-127. Prepared for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee by RESOLVE, Inc., Washington, D.C., Susan Savitt Schwartz, Carmel, California.
- DÖRING, V. & HELFRICH, R. (1986). Zur Ökologie einer Rebhuhnpopulation (*Perdix perdix*, Linné, 1758) im Unteren Naheland (Rheinland-Pfalz, Bundesrepublik Deutschland). Enke, Stuttgart.
- DULAS ENGINEERING LTD. (1995). The Mynydd y Cemmaes windfarm impact study. Vol. IID - Ecological impact - final report. ETSU report: W/13/00300/REP2D.
- DÜRR, T. (2001). Verluste von Vögeln und Fledermäusen durch Windkraftanlagen in Brandenburg. *Otis* 9, 123-125.
- DÜRR, T. (2003a). Neue Seeadler-Verluste an Windenergieanlagen in Deutschland. In: Projektgruppe Seeadlerschutz, Jahresbericht 2003, Kiel.
- DÜRR, T. (2003b). Windenergieanlagen und Fledermausschutz in Brandenburg - Erfahrungen aus Brandenburg mit Einblick in die bundesweite Fundkartei von Windkraftopfern. In: *Kommen die Vögel und Fledermäuse unter die (Wind)räder?*, Dresden, 17.-18.11.2003.
- DÜRR, T. (2004). Vögel als Anflugopfer an Windenergieanlagen - ein Einblick in die bundesweite Fundkartei. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* im Druck.
- DÜRR, T. & BACH, L. (2004). Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen - Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* im Druck.

- DURELL, S. E. A. L. V. D. & GOSS-CUSTARD, J. D. (2000). Density-dependent mortality in Oystercatchers *Haematopus ostalegus*. *Ibis* 142, 132-138.
- EAS. (1997). Ovenden Moor Ornithological Monitoring. Report to Yorkshire Windpower. Keighly: Ecological Advisory Service.
- EBBINGE, B. S., VAN BIEZEN, J. B. & VAN DER VOET, H. (1991). Estimation of annual adult survival rates of Barnacle Geese *Branta leucopsis* using multiple resightings of marked individuals. *Ardea* 79, 73-112.
- ERICKSON, W., JOHNSON, G., YOUNG, D., STRICKLAND, D., GOOD, R., BOURASSA, M., BAY, K. & SERNKA, K. J. (2002). Synthesis and comparison of baseline avian and bat use, raptor nesting and mortality information from proposed and existing wind developments, pp. 1-60. Report for Bonneville Power Administration, Portland, Oregon.
- ERICKSON, W., KRONNER, K. & GRITSKI, B. (2003). Nine Canyon Wind Power Project. Avian and Bat Monitoring Report. September 2002 - August 2003. Prepared for Nine Canyon Technical Advisory Committee by West, Inc., Cheyenne.
- ERICKSON, W. P., JOHNSON, G. D., STRICKLAND, M. D., KRONNER, K., BECKER, P. S. & ORLOFF, S. (1999). Baseline avian use and behavior at the Cares Wind Plant Site, Klickitat County, Washington. NREL/SR-500-26902.
- ERICKSON, W. P., JOHNSON, G. D., STRICKLAND, M. D., YOUNG, D. P., JR., SERNKA, K. J. & GOOD, R. E. (2001). Avian collisions with wind turbines: a summary of existing studies and comparison to other sources of avian collision mortality in the United States National Wind Coordinating Comitee (NWCC). Western EcoSystems Technology Inc., Washington D.C.
- EVERAERT, J. (2003). Collision victims on 3 wind farms in Flanders (Belgium) in 2002. Instituut voor Natuurbeheer, Brussel.
- EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E. (2002). Windturbines en vogels in Vlaanderen. Instituut voor Natuurbehoud, Brussels.
- EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E. (2003). Vogelconcentraties en vliegbewegingen in Vlaanderen. Instituut voor Natuurbehoud, Brussels.
- FERNANDEZ-DUQUE, E. & VALEGGIA, C. (1994). Meta-analysis: a valuable tool in conservation research. *Conservation Biology* 8, 555-561.
- FÖRSTER, F. (2003). Windkraft und Fledermausschutz in der Oberlausitz. In *Kommen die Vögel und Fledermäuse unter die (Wind)räder?*, Dresden, 17.-18.11.2003.
- FUCHS, S. (1997). Nahrungsökologie handaufgezogener Rebhuhnküken - Effekte unterschiedlicher Formen und Intensitäten der Landnutzung, Diplomarbeit, Freie Universität Berlin.
- GANTER, B., LARSSON, K., SYROECKOVSKY, E. V., LITVIN, K. E., LEITO, A. & MADSEN, J. (1999), Barnacle Goose *Branta leucopsis*: Russia/Baltic. In: MADSEN, J., CRACKNELL, G. & FOX, A. D. (Hrsg): Barnacle Goose *Branta leucopsis*: Russia/Baltic. Wetlands International Publ. No. 48, National Environmental Research Institute, Wageningen and Rönöde.
- GERJETS, D. (1999). Annäherung wiesenbrütender Vögel an Windkraftanlagen - Ergebnisse einer Brutvogeluntersuchung im Nahbereich des Windparks Drochtersen. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* 4, 49-52.
- GHRADJEDAGHI, B. & EHRLINGER, M. (2001). Auswirkungen des Windparks bei Nitzschka (Lkr. Altenburger Land) auf die Vogelfauna. *Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen* 38, 73-83.
- GILLINGS, S. (2001). Factors affecting the distribution of skylarks *Alauda arvensis* wintering in Britain and Ireland during the early 1980s. In *The ecology and conservation of skylarks *Alauda arvensis** (ed. P. F. Donald and J. A. Vickery), pp. 115-128. RSPB, Sandy.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N. & BAUER, K. M. (1997), *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Band 14. Passeriformes (5. Teil). AULA, Wiesbaden.

- GORANSEN, G. (1990). Energy foresting in agricultural areas and changes in the avifauna. *Norv. Ser. C, Cinclus Suppl.* 1, 17-20.
- GRANT, M. C., LODGE, C., MOORE, N., EASTON, J., ORSMAN, C., SMITH, M., THOMPSON, G. & RODWELL, S. (1999). Breeding success and causes of breeding failure of curlew *Numenius arquata* in Northern Ireland. *Journal of Applied Ecology* 36, 59-74.
- GREEN, R. E. (1999). Survival and dispersal of male Corncrakes *Crex crex* in a threatened population. *Bird Study* 46 (supplement), 218-229.
- GROEN, N. M. & HEMERIK, L. (2002). Reproductive success and survival of Black-tailed Godwits *Limosa limosa* in a declining local population in the Netherlands. *Ardea* 90, 239-248.
- GUILLEMETTE, M. & LARSEN, J. K. (2002). Postdevelopment experiments to detect anthropogenic disturbances: the case of sea ducks and wind parks. *Ecological Applications* 12, 868-877.
- GUILLEMETTE, M., LARSEN, J. K. & CLAUSANGER, I. (1999). Assessing the impact of the Tunø Knob wind park on sea ducks: the influence of the food resources. National Environmental Research Institute, Denmark.
- HALL, L. S. & RICHARDS, G. C. (1962). Notes on *Tadarida australis* (Chiroptera: molossidae). *Australian Mammology* 1, 46.
- HODOS, W. (2001). Minimization of Motion Smear: Reducing Avian Collisions with Wind Turbines. NREL/SR-500-33249, Maryland.
- HODOS, W., POTOCKI, A., STROM, T. & GAFFNEY, M. (2001). Reduction of Motion Smear to Reduce Avian Collisions with Wind Turbines. In *Proceedings of National Avian - Wind Power Planning Meeting IV* (ed. PNAWPPM-IV), pp. 88-106. Prepared for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee by RESOLVE, Inc., Washington, D.C., Susan Savitt Schwartz, Carmel, California.
- HÖTKER, H. (1990). *Der Wiesenpieper*. Ziemsen, Wittenberg.
- HOOPER, S. (2002). The response of Red-tailed Hawks and Golden Eagles to topographical features, weather, and abundance of a dominant prey species at the Altamont Pass Wind Resource Area, California. NREL/SR-500-30868.
- HORMANN, M. (2000). Schwarzstorch - *Ciconia nigra*. In *Avifauna von Hessen*, 4. Lieferung (ed. H. G. f. O. u. Naturschutz).
- HUNT, G. (2002). Golden Eagles in a perilous landscape: predicting the effects of mitigation for wind turbine blade-strike mortality. Consultation Report to California Energy Commission.
- HYDRO TASMANIA. Bird and bat monitoring. Hydro Tasmania.
- IKSR, CIPR & ICBR (2004). Ökologische Auswirkung von (Klein)-Wasserkraftanlagen auf die Lebensbedingungen von Wanderfischen. 1-14.
- IMMELMANN, K. (1976). *Einführung in die Verhaltenskunde*. Parey, Berlin.
- INGLIS, I. R., ISAACSON, A. J., SMITH, G. C., HAYES, P. J. & THEARLE, R. J. P. (1997). The effect on the woodpigeon (*Columba palumbus*) of the introduction of oilseed rape into Britain. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 61, 113-121.
- ISSELBÄCHER, K. & ISSELBÄCHER, T. (2001). Vogelschutz und Windenergie in Rheinland-Pfalz. In *Naturschutz und Landschaftspflege*, pp. 1-183, Oppenheim.
- JANSS, G. (2000). Bird Behaviour In and Near a Wind Farm at Tarifa, Spain: Management Considerations. In *Proceedings of National Avian - Wind Power Planning Meeting III* (ed. PNAWPPM-III), pp. 110-114. Prepared for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee by LGL Ltd., King City, Ont., San Diego, California.
- JENNY, M., WEIBEL, U., LUGRIN, B., JOSEPHY, B., REGAMEY, J.-L. & ZBINDEN, N. (2002). Rebhuhn. Schlussbericht 1991-2000. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft in Zusammenarbeit mit der Schweizerische Vogelwarte, Bern.

- JOHNSON, G. D. (2002). What is known and not known about impacts on bats? In Proceedings of the Avian Interactions with Wind Power Structures, October 16-17, 2002 (in press), Jackson Hole, Wyoming.
- JOHNSON, G. D., ERICKSON, W. P., STRICKLAND, D. M., SHEPHERD, M. F., SHEPHERD, D. A. & SARAPPO, S. A. (2003). Mortality of Bats at a Large-scale Wind Power Development at Buffalo Ridge, Minnesota. *Am. Midl. Nat.* 150, 332-342.
- JOHNSON, G. D., YOUNG, D. P., ERICKSON, W. P., DERBY, C. E., STRICKLAND, M. D. & GOOD, R. E. (2000). Wildlife monitoring studies Sea West Windpower Project, Carbon County, Wyoming. Western EcoSystems Technology, Inc., Cheyenne.
- KAATZ, J. (2000). Untersuchungen zur Avifauna im Bereich des Windparks Badeleben im Bördekreis - Standort- und zeitbezogene Habitatnutzung von Brut- und Rastvögeln im Prä-Post-Test-Verfahren, pp. 1-38. IHU Geologie und Analytik, Neuruppin.
- KAATZ, J. (2002). Artenzusammensetzung und Dominanzverhältnisse einer Heckenbütergemeinschaft im Windfeld Nackel. In *Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes* (ed. H. Ohlenburg), pp. 113-124. Technische Universität, Berlin.
- KARLSSON, J. (1983). Birds and windpower, pp. 12.
- KAVANAGH, B. (1990). Bird communities of two short rotation forestry plantations on cutover peatland. *Irish Birds* 4, 169-180.
- KEELEY, B., UGORETZ, S. & STRICKLAND, M. D. (2001). Bat Ecology and Wind Turbine Considerations. In Proceedings of National Avian - Wind Power Planning Meeting IV (ed. PNAWPPM-IV), pp. 135-146. Prepared for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee by RESOLVE, Inc., Washington, D.C., Susan Savitt Schwartz, Carmel, California.
- KELLY, T. A. (2000). Radar, Remote Sensing and Risk Management. In Proceedings of National Avian - Wind Power Planning Meeting III (ed. PNAWPPM-III), pp. 152-161. Prepared for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee by LGL Ltd., King City, Ont., San Diego, California.
- KERLINGER, P. (2000). An Assessment of the Impacts of Green Mountain Power Corporation's Searsburg, Vermont, Wind Power Facility on Breeding and Migrating Birds. In Proceedings of National Avian - Wind Power Planning Meeting III (ed. PNAWPPM-III), pp. 90-96. Prepared for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee by LGL Ltd., King City, Ont., San Diego, California.
- KETZENBERG, C., EXO, K.-M., REICHENBACH, M. & CASTOR, M. (2002). Einfluss von Windenergieanlagen auf brütende Wiesenvögel. *Natur und Landschaft* 77, 144-153.
- KOKS, B. J., SCHARENBURG, C. W. M. v. & VISSER, E. G. (2001). Grauwe Kiekendieven *Circus pygargus* in Nederland: balanceren tussen hoop en vrees. *Limosa* 74, 121-136.
- KOOP, B. (1997). Vogelzug und Windenergieplanung. Beispiele für Auswirkungen aus dem Kreis Plön (Schleswig-Holstein). *Naturschutz und Landschaftsplanung* 29, 202-207.
- KOOP, B. (1999). Windkraftanlagen und Vogelzug im Kreis Plön. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* 4, 25-32.
- KORN, M. & SCHERNER, R. (2000). Raumnutzung von Feldlerchen (*Alauda arvensis*) in einem Windpark. *Natur und Landschaft* 75, 74-75.
- KOSTREWA, A. & G. SPEER (HRSG.) (1995). Greifvögel in Deutschland. Aula-Verl., Wiesbaden, 113 S.
- KOWALLIK, C. & BORBACH-JAENE, J. (2001). Windräder als Vogelscheuchen? - Über den Einfluss der Windkraftnutzung in Gänserastgebieten an der nordwestdeutschen Küste. *Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen* 33, 97-102.
- KRAPP, F. (HRSG.) (2001). Handbuch der Säugetiere Europas, Band 4: Fledertiere, Teil I: Chiroptera 1. Aula-Verl., Wiesbaden, 602 S.

- KRAPP, F. (HRSG.) (2004). Handbuch der Säugetiere Europas, Band 4: Fledertiere, Teil II: Chiroptera II., Aula-Verl., Wiesbaden, S. 606 – 1186.
- KRUCKENBERG, H. & BORBACH-JAENE, J. (2001). Auswirkungen eines Windparks auf die Raumnutzung nahrungssuchender Blessgänse - Ergebnisse aus einem Monitoringprojekt mit Hinweisen auf ökoethologischen Forschungsbedarf. Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen 33, 103-109.
- KRUCKENBERG, H. & JAENE, J. (1999). Zum Einfluss eines Windparks auf die Verteilung weidender Bläßgänse im Rheiderland (Landkreis Leer, Niedersachsen). Natur und Landschaft 74, 420-427.
- KUTSCHER, J. (2002). Ökologische Begleitforschung zur Offshore-Windenergienutzung. Fachtagung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und des Projektträgers Jülich, Bremerhaven.
- LANGSTON, R. (2002). Wind Energy and Birds: Results and Requirements. In RSPB Research Report No. 2, pp. 1-54. RSPB, Sandy.
- LANGSTON, R. W. H. & PIULLAN, J. D. (2003). Wind farms and birds: an analysis of the effects of wind farms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. Report written by BirdLife International on behalf of the Bern Convention, Sandy.
- LEDDY, K. L., HIGGINS, K. F. & NAUGLE, D. E. (1999). Effects of wind turbines on upland nesting birds in Conservation Reserve Program grasslands. Wilson Bulletin 111, 100-104.
- LEKUONA, J. M. (2001). Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de Navarra durante un ciclo anual. Direccion General de Medio Ambiente, Gobierno de Navarra, Pamplona.
- MANVILLE, A. M. (2001). Communication Towers, Wind Generators, and Research: Avian Conservation Concerns. In Proceedings of National Avian - Wind Power Planning Meeting IV (ed. PNAWPPM-IV), pp. 152-159. Prepared for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee by RESOLVE, Inc., Washington, D.C., Susan Savitt Schwartz, Carmel, California.
- MARQUENIE, J.M. & VAN DE LAAR, F. (2004). Impacts on Biodiversity: Offshore drilling and production platforms and bird migration. Manuskript.
- MASON, C. F. & MACDONALD, S. M. (2000). Influence of landscape and land-use on the distribution of breeding birds in farmland in eastern England. Journal of Zoology 251, 338-348.
- McISAAC, H. P. (2001). Raptor Acuity and Wind Turbine Blade Conspicuity. In Proceedings of National Avian - Wind Power Planning Meeting IV (ed. PNAWPPM-IV), pp. 59-87. Prepared for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee by RESOLVE, Inc., Washington, D.C., Susan Savitt Schwartz, Carmel, California.
- MEEK, E. R., RIBBANDS, J. B., CHRISTER, W. G., DAVEY, P. R. & HIGGINSON, I. (1993). The effects of aero-generators on moorland bird populations in the Orkney Islands, Scotland. Bird Study 40, 140-143.
- MENZEL, C. (2002). Rebhuhn und Rabenkrähe im Bereich von Windkraftanlagen im niedersächsischen Binnenland. In Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes (ed. H. Ohlenburg), pp. 97-112. Technische Universität, Berlin.
- MENZEL, C. & POHLMEIER, K. (1999). Indirekter Raumnutzungsnachweis verschiedener Niederwildarten mit Hilfe von Lösungsstangen („dropping marker“) in Gebieten mit Windkraftanlagen. Z. Jagdwiss. 45, 223-229.
- MEYERHOFF, J., PETSCHOW, U., HERRMANN, N., KEHREN, M. & LEIFELD, D. (1998), Umweltverträglichkeit kleiner Wasserkraftwerke - Zielkonflikte zwischen Klima- und Gewässerschutz. Umweltbundesamt.
- MÖLLER, B. & A. NORTTORF (1997). Der Schwarzstorch (*Ciconia nigra*) in Niedersachsen - Aktuelle und historische Bestandssituation, Reproduktion, Habitatansprüche und

- Schutzmaßnahmen -. Vogelkdl. Ber. Niedersachs. 29: 51-61.
- MOOIJ, J. H., FARAGÓ, S. & KIRBY, J. S. (1999), White-fronted Goose *Anser albifrons albifrons*. In: MADSEN, J., CRACKNELL, G. & FOX, A. D. (Hrsg): White-fronted Goose *Anser albifrons albifrons*. Wetlands International Publ. No. 48, National Environmental Research Institute, Wageningen and Rönde.
- MORRIS, A. J., WHITTINGHAM, M. J., BRADBURY, R. B., WILSON, J. D., KYRKOS, A., BUCKINGHAM, D. L. & EVANS, A. E. (2001). Foraging habitat selection by yellowhammers (*Emberiza citrinella*) nesting in agriculturally contrasting regions in lowland England. *Biological Conservation* 101, 197-210.
- MORRISON, M. (2002). Searcher bias and scavenging rates in bird/wind energy studies. NREL/SR-500-30876.
- MORRISON, M. L. (1998). Avian Risk and Fatality Protocol. NREL/SR-500-24997.
- MORRISON, M. L. & POLLOCK, K. H. (1997). Development of a practical modelling framework for estimating the impact of wind technology on bird populations. NREL/SR-440-23088.
- MORRISON, M. L. & POLLOCK, K. H. (2000). Development of a Practical Modeling Framework for Estimating the Impact of Wind Technology on Bird Populations. In Proceedings of National Avian - Wind Power Planning Meeting III (ed. PNAWPPM-III), pp. 183-187. Prepared for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee by LGL Ltd., King City, Ont., San Diego, California.
- MORRISON, M. L., POLLOCK, K. H., OBERG, A. L. & SINCLAIR, K. C. (1998). Predicting the response of bird populations to wind energy-related deaths. In Wind Energy Symposium. A collection of the 1998 ASME Wind Energy Symposium Technical Papers at the 36th AIAA Aerospace Sciences, pp. 157-164.
- MÜLLER, A. & ILLNER, H. (2002). Beeinflussen Windenergieanlagen die Verteilung rufender Wachtelkönige und Wachteln? In Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes, Technische Universität Berlin.
- MUSTERS, C. J. M., NOORDERVLIET, M. A. W. & KEURS, W. J. T. (1996). Bird casualties caused by a wind energy project in an estuary. *Bird Study* 43, 124-126.
- NABU (2004). Vögel der Agrarlandschaft - Bestand, Gefährdung, Schutz. NABU-Broschüre, 1-44.
- NABU BAG WEISSSTORCHSCHUTZ (2004). Mitteilungsblatt 96/2004. Loburg: NABU BAG Weissstorchschutz, 20 S.
- ORLOFF, S. & FLANNERY, A. (1992). Wind turbine effects on avian activity, habitat use and mortality in Altamont Pass and Solano County wind resources areas 1989-1991. California Energy Commission, Bio-Systems Analysis, Tiburon, California.
- ORLOFF, S. & FLANNERY, A. (1996). A continued examination of avian mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area. California Energy Commission, Sacramento; Bio-Systems Analysis, Inc., Santa Cruz, California.
- OSBORN, R. G., HIGGINS, K. F., DIETER, C. D. & USGAARD, R. E. (1996). Bat collisions with wind turbines in Southwest Minnesota. *Bat Research News* 37, 105-108.
- OWEN, M. & BLACK, J. M. (1989). Factors affecting the survival of Barnacle Geese on migration from the breeding grounds. *Journal of Animal Ecology* 34, 601-647.
- PEACH, W. J., THOMPSON, P. S. & COULSON, J. C. (1994). Annual and long-term variation in the survival rates of British lapwings *Vanellus vanellus*. *Journal of Animal Ecology* 63, 60-70.
- PEARCE-HIGGINS, J. W. & YALDEN, D. W. (2003). Golden Plover *Pluvialis apricaria* breeding success on a moor managed for shooting Red Grouse *Lagopus lagopus*. *Bird Study* 50, 170-177.
- PEDERSEN, M. B. & POULSEN, E. (1991a). Impact of a 90m/2 MW wind turbine on birds. Avian responses to the implementation of the Tjaereborg Wind Turbine at the Danish

- Wadden Sea. Dansk Vildtundersogelser Kalø 47.
- PEDERSEN, M.-B. & POULSEN, E. (1991b). En 90m/2 MW vindmoelles invirkning pa fuglelivet. Fugles reaktioner pa opfoerelse og ideftsattelsen af tjaereborgmoellen ved Det Danske Vadehav. Danske Vildundersoegelser 47, 44.
- PERCIVAL, S. M. (2000). Birds and wind turbines in Britain. *British Wildlife* 12, 8-15.
- PHILLIPS, J. F. (1994). The effects of a windfarm on the upland breeding bird communities of Bryn Titli, Mid Wales: 1993-1994. RSPB, The Welsh Office, Newtown.
- POOT, H. (2004). Effects of artificial light of different colours on (nocturnally) migrating birds. Manuskript.
- PRANGE, H. (1989). Der Graue Kranich. NBB 229, Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt, 272 S.
- PRÉVOT-JUILLARD, A.-C., LEBRETON, J.-D. & PRADEL, R. (1998). Re-evaluation of adult survival of Black-headed Gulls (*Larus ridibundus*) in presence of recapture heterogeneity. *Auk* 115, 85-95.
- RAHMEL, U., BACH, L., BRINKMANN, R., LIMPENS, H. & ROSCHEN, A. (2004). Windenergieanlagen und Fledermäuse - Hinweise zur Erfassungsmethodik und zu planerischen Aspekten. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 1-12.
- REICHENBACH, M. (2002). Windenergie und Wiesenvögel - wie empfindlich sind die Offenlandbrüter? In *Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes* (ed. H. Ohlenburg), pp. 52-76. Technische Universität, Berlin.
- REICHENBACH, M. (2003). Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel - Ausmaß und planerische Bewältigung, Technische Universität, Berlin.
- REICHENBACH, M. & SCHADEK, U. (2003). Langzeituntersuchungen zum Konfliktthema „Windkraft und Vögel“. 2. Zwischenbericht. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Bundesverbandes Windenergie.
- REICHENBACH, M. & SINNING, F. (2003). Empfindlichkeiten ausgewählter Vogelarten gegenüber Windenergieanlagen - Ausmaß und planerische Bewältigung. In *Kommen die Vögel und Fledermäuse unter die (Wind)räder?*, Dresden, 17.-18.11.2003.
- SACHS, L. (1978). *Angewandte Statistik*. 5. Aufl. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- SACHSLEHNER, L. & KOLLAR, H. P. (1997). *Vogelschutz und Windkraftanlagen in Wien*. Stadt Wien, Wien.
- SAGE, R. B. & ROBINSON, P. A. (1996). Factors affecting songbird communities using new short rotation coppice habitats in spring. *Bird Study* 43, 201-213.
- SALEK, M. (1993). Breeding of Lapwing (*Vanellus vanellus*) in Basins of South Bohemia: population density and habitat preference. *Sylvia* 30, 46-58.
- SCHEKKERMAN, H. & MÜSKENS, G. (2000). Produceren Grutto's *Limosa limosa* in agrarisch grasland voldoende jongen voor en duurzame populatie? *Limosa* 73, 121-134.
- SCHERNER, E. R. (1999). Windkraftanlagen und „wertgebende Vogelbestände“ bei Bremerhaven: Realität oder Realsatire? *Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens* 52, 121-156.
- SCHMIDT, E., PIAGGIO, A. J., BOCK, C. E. & ARMSTRONG, D. M. (2003). National Wind Technology Center Site Environmental Assessment: Bird and Bat Use and Fatalities - Final Report; Period of Performance: April 23, 2001 - December 31, 2002. NREL/SR-500-32981.
- SCHREIBER, M. (1992). Rastvögel und deren Habitatwahl im Bereich „Westermarsch“ (Landkreis Aurich) im Jahr 1992. Unveröff. Gutachten im Auftrag der Ingenieursgemeinschaft agwa.
- SCHREIBER, M. (1993a). Windkraftanlagen und Watvogel-Rastplätze. *Naturschutz und Landschaftspflege* 25, 133-139.
- SCHREIBER, M. (1993b). Windkraftanlagen und Watvogel-Rastplätze - Störungen und Rastplatzwahl von Brachvogel und Goldregenpfeifer. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 25, 133-139.

- SCHREIBER, M. (1993c). Zum Einfluß von Störungen auf die Rastplatzwahl von Watvögeln. Informationsd. Natursch. Nieders. 13, 161-169.
- SCHREIBER, M. (1999). Windkraftanlagen als Störungsquelle für Gastvögel am Beispiel von Blessgans (*Anser albifrons*) und Lachmöwe (*Larus ridibundus*). Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 4, 39-48.
- SCHREIBER, M. (2000). Windkraftanlagen als Störquellen für Gastvögel. In Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz zu naturschutzverträglichen Windkraftanlagen (ed. A. Winkelbrandt, R. Bless, M. Herbert, K. Kröger, T. Merck, B. Netz-Gerten, J. Schiller, S. Schubert and B. Schweppe-Kraft). Landwirtschaftsverlag, Münster.
- SCHREIBER, M. (2002). Einfluss von Windenergieanlagen auf Rastvögel und Konsequenzen für EU-Vogelschutzgebiete. In Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes (ed. H. Ohlenburg), pp. 134-156. Technische Universität Berlin, Berlin.
- STIEFEL, A. & H. SCHEUFLER (1984). Der Rotschenkel. NBB 562, Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt, 172 S.
- STRUWE-JUHL, B. (1995). Auswirkungen der Renaturierungsmaßnahmen im Hohner See-Gebiet auf Bestand, Bruterfolg und Nahrungsökologie der Uferschnepfe (*Limosa limosa*). Corax 16, 153-172.
- STRUWE-JUHL, B. (2002). Altersstruktur und Reproduktion des Seeadlerbrutbestands (*Haliaeetus albicilla*) in Schleswig-Holstein. Corax 19, Sonderheft 1, 51-61.
- WILKENS, S. & EXO, K.-M. (1998). Brutbestand und Dichteabhängigkeit des Bruterfolges der Silbermöwe (*Larus argentatus*) auf Mellum. Journal für Ornithologie 139, 21-37.
- SELLIN, D. (1994). Notizen zum Vorkommen der Wachtel im Raum Wolfen-Zörbig. Apus 8, 265-270.
- SEO, S. E. D. O. (1995). Effects of wind turbine power plants on the Avifauna in the Campo de Gibraltar region. Sociedad Espanola de Ornitologia SEO.
- SGS ENVIRONMENT. (1994). Haverigg windfarm ornithological monitoring programme. Report to Windcluster LTD.
- SINNING, F. (1999). Ergebnisse von Brut- und Rastvogeluntersuchungen im Bereich des Jade-Windparks und DEWI-Testfelds in Wilhelmshaven. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 4, 61-70.
- SINNING, F. & GERJETS, D. (1999). Untersuchungen zu Annäherung rastender Vögel in Windparks in Nordwestdeutschland. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 4, 53-59.
- SMALLWOOD, K. S. & THELANDER, C. G. (2004). Developing methods to reduce bird mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area., pp. 1-363. Final report by BioResource Consultants to the California Energy Commission.
- SOMMERHAGE, M. (1997). Verhaltensweisen ausgesuchter Vogelarten gegenüber Windkraftanlagen auf der Vaßbecker Hochfläche (Landkreis Waldeck-Frankenberg). Vogelkundliche Hefte Edertal 23, 104-109.
- STEIOF, K., BECKER, J. & RATHGEBER, J. (2002). Ornithologische Stellungnahme zur Erweiterung der Windenergieanlage bei Mildenberg (Kreis Oberhavel, Land Brandenburg). Gutachten im Auftrag der Windenergie Wenger-Rosenau GmbH, Berlin.
- STERNER, D. (2002). A roadmap for PIER research on avian collisions with wind turbines in California. California Energy Commission.
- STIEBEL, H. (1997). Habitatwahl, Habitatnutzung und Bruterfolg der Schafstelze *Motacilla flava* in einer Agrarlandschaft. Vogelwelt 118, 257-268.
- STILL, D., LITTLE, B. & LAWRENCE, E. S. (1996). The effect of wind turbines on the bird population at Blyth Harbour, Northumberland. ETSU W/13/00394/REP.
- STRICKLAND, M. D., ERICKSON, W. P., JOHNSON, G., YOUNG, D. & GOOD, R. (2001a). Risk Reduction Avian Studies at the Foote Creek Rim Wind Plant in Wyoming. In Proceedings of

- National Avian - Wind Power Planning Meeting IV (ed. PNAWPPM-IV), pp. 107-114. Prepared for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee by RESOLVE, Inc., Washington, D.C., Susan Savitt Schwartz, Carmel, California.
- STRICKLAND, M. D., JOHNSON, G., ERICKSON, W. P. & KRONNER, K. (2001b). Avian Studies at Wind Plants Located at Buffalo Ridge, Minnesota and Vansycle Ridge, Oregon. In Proceedings of National Avian - Wind Power Planning Meeting IV (ed. PNAWPPM-IV), pp. 38-52. Prepared for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee by RESOLVE, Inc., Washington, D.C., Susan Savitt Schwartz, Carmel, California.
- STÜBING, S. & BOHLE, H. W. (2001). Untersuchungen zum Einfluss von Windenergieanlagen auf Brutvögel im Vogelsberg (Mittelhessen). Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen 33, 111-118.
- SUTER, C., REHSTEINER, U. & ZBINDEN, N. (2002). Habitatwahl und Bruterfolg der Grauammer *Miliaria calandra* im Grossen Moos. Ornithologischer Beobachter 99, 105-115.
- THELANDER, C. G. & RUGGE, L. (2000). Avian risk behavior and fatalities at the Altamont Wind Resource Area, March 1998 to February 1999. NREL/SR-500-27545.
- THELANDER, C. G., SMALLWOOD, K. S. & RUGGE, L. (2003). Bird risk behaviors and fatalities at the Altamont Pass Wind Resource Area. Period of performance: March 1998 - December 2000. NREL/SR-500-33829.
- TÖPFER, S. (1996). Beziehungen zwischen Landschaftsstruktur und Vogelbeständen einer Agrarlandschaft im nördlichen Harzvorland. Diplomarbeit, Universität Halle.
- TRAPP, H., FABIAN, D., FÖRSTER, F. & ZINKE, O. (2002). Fledermausverluste in einem Windpark. Naturschutzarbeit in Sachsen 44, 53-56.
- TRYJANOWSKI, P. & BAJCZYK, R. (1999). Population decline of the Yellow Wagtail *Motacilla flava* in an intensively used farmland of western Poland. Vogelwelt 120, Suppl., 205-207.
- UGORETZ, S. (2001). Avian Mortalities at Tall Structures. In Proceedings of National Avian - Wind Power Planning Meeting IV (ed. PNAWPPM-IV), pp. 165-166. Prepared for the Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee by RESOLVE, Inc., Washington, D.C., Susan Savitt Schwartz, Carmel, California.
- UMWELTBUNDESAMT. (2001). Wasserkraftanlagen als erneuerbare Energiequelle - rechtliche und ökologische Aspekte. UBA-Texte 01/01.
- US FISH AND WILDLIFE SERVICE. (2003). Interim guidelines to avoid and minimize wildlife impacts from wind turbines. United States Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C.
- VAN DER WINDEN, J., SPAANS, A. L. & DIRKSEN, S. (1999). Nocturnal collision risks of local wintering birds with wind turbines in wetlands. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 4, 33-38.
- VERHOEF, J. P., WESTRA, C. A., KORTERINK, H. & CURVERS, A. WT-Bird. A novel bird impact detection system. ECN research Centre of the Netherlands.
- VIERHAUS, H. (2000). Neues von unseren Fledermäusen. ABU Info 24, 58-60.
- WAKEHAM-DAESON, A. & AEBISCHER, N. J. (1997). Arable reversion to permanent grassland: determining best management options to benefit declining grassland bird populations. Game Conservancy Trust, Fordingbridge.
- WALTER, G. & BRUX, H. (1999). Erste Ergebnisse eines dreijährigen Brut- und Gastvogelmonitorings (1994-1997) im Einzugsbereich von zwei Windparks im Landkreis Cuxhaven. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 4, 81-106.
- WEIBEL, U. (1999). Effects of wildflower strips in an intensively used arable area on skylarks (*Alauda arvensis*). Dissertation, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich.
- WEIBEL, U. M. (1995). Auswirkungen von Buntbrachen auf die Territorialität, Brutbiologie und Nahrungsökologie der Feldlerche *Alauda arvensis*. Diplomarbeit, Eidgenössische

Technische Hochschule Zürich.

- WILSON, J. D., EVANS, J., BROWN, S. J. & KING, J. R. (1997). Territory distribution and breeding success of skylarks *Alauda arvensis* on organic and intensive farmland in southern England. *Journal of Applied Ecology* 34, 1462-1478.
- WINKELMAN, J. E. (1989). Vogels in het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. RIN-rapport 89/15, Arnhem.
- WINKELMAN, J. E. (1992a). De invloed van de Sepproef Windcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 1: aanvaringslachtoffers, pp. 71. DLO Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (Hrsg.), Arnhem.
- WINKELMAN, J. E. (1992b). De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 4: verstoring. RIN-rapport92/5, Arnhem.
- YOUNG, D. P., ERICKSON, W. P., GOOD, R. E., STRICKLAND, M. D. & JOHNSON, G. D. (2003a). Avian and bat mortality associated with the initial phase of the Foote Creek Rim Wind-power project, Carbon County, Wyoming. Final report. Western EcoSystems Technology, Inc., Wyoming.
- YOUNG, D. P., ERICKSON, W. P., STRICKLAND, M. D., GOOD, R. E. & SERNKA, K. J. (2003b). Comparison of avian responses to UV-light-reflective paint on wind turbines. Western EcoSystems Technology, NREL/SR-500-32840, Cheyenne.

Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse

NEW! Download of English version available.

Das Michael-Otto-Institut im NABU hat eine vom Bundesamt für Naturschutz in Auftrag gegebene Studie zu den „Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und Fledermäuse“ vorgelegt. Darin werden die gegenwärtig verfügbaren Erkenntnisse über die Auswirkungen von regenerativer Energiegewinnung auf Vögel und Fledermäuse zusammengestellt und ausgewertet. Der Schwerpunkt der Studie liegt auf der Windenergienutzung. Ziel ist es das Ausmaß von Auswirkungen der regenerativen Energiegewinnung besser beurteilen zu können. Außerdem sollten der potentielle Einfluss eines Repowering abgeschätzt werden und auf mögliche Maßnahmen zur Verminderung negativer Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse hingewiesen werden. Die Studie ist jetzt erschienen und kann als Datei heruntergeladen werden.

