

## Schriftliche Ausarbeitung zum Referat

# **Landschaftsbildbewertung und Landschaftsbildanalyse:**

Qualitative Umweltwirkungen und  
Raumwirksamkeit der Windenergien

Projektseminar: „Windenergie“

Dozent: Prof. Böhner

Referat:

Christopher Stark

Matr. Nr.: 5683983

Christopherstark@gmx.de

Wintersemester 2007 / 2008 - Universität Hamburg

# Gliederung

## 1. Einleitung und Fragestellung

## 2. Einwirkungen auf den Menschen durch die Beeinträchtigung seines ästhetischen Landschaftsbildes (Christopher)

- 2.1 Was ist ein ästhetisches Landschaftsbild?
- 2.2 Windkraftanlagen und die Kulturlandschaft
- 2.3 Die Windenergie in Relation zu anderen Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes
- 2.4 Entwicklungen der Windenergie in Bezug auf die Beeinflussung der Landschaft
- 2.5 Die Stimmung der Bürger in Bezug auf Windkraftanlagen

## 3. Einfluß der Windenergie auf den Lebens- und Erholungsraum der Menschen

- 3.1 Flächenverbrauch und Flächenversiegelung durch WKA
- 3.2 Auswirkungen der Windenergie auf den Tourismus
- 3.3 Sonstige negative Einflüsse durch Windkraftanlagen auf den Leben- und Erholungsraum des Menschen

## 7. Glossar

## 8. Literaturverzeichnis

## 1. Einleitung und Fragestellung

Thema dieser Arbeit sind die Umweltwirkungen<sup>1</sup> der Windenergie in Bezug auf den Menschen. Es sollen die Einflüsse von Windkraftanlagen<sup>2</sup> auf den Menschen untersucht werden. Die Wirkungen, welche wir in der Arbeit behandeln, beziehen sich einerseits auf die optischen und akustischen Wirkungen von Windkraftanlagen und andererseits auf mögliche Konflikte, welche aufkommen können, wenn der Lebens- und Erholungsraum<sup>3</sup> der Menschen durch Windkraftanlagen beeinträchtigt wird.

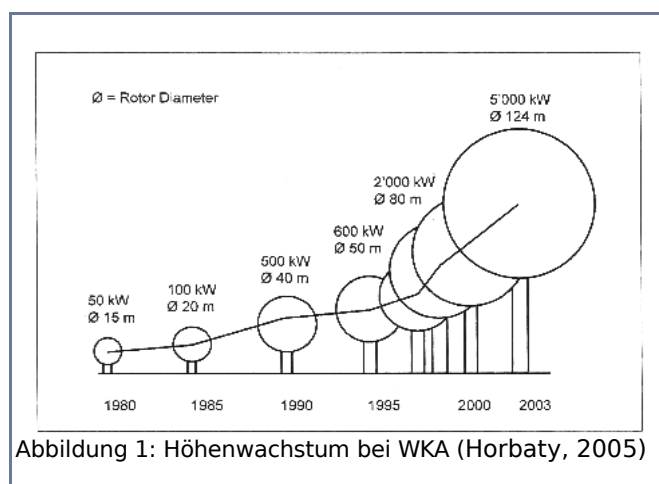
Das Thema ist wichtig, da Windkraftanlagen vielfältige Einflüsse auf den Menschen haben. Diese reichen von psychischem Unwohlsein beim Anblick der Anlage über Probleme mit Streß, ausgelöst durch den Anblick andauernder Bewegungen oder wechselnden Schattenwurfs, bis hin zu Beeinträchtigungen durch akustische Belastungen. Die Lebensqualität von Bewohnern oder Besuchern in Gebieten, welche stark von der Windkraft geprägt sind, kann so deutlich eingeschränkt werden, was zu Problemen führen kann. Diese sollen im Folgenden genauer beleuchtet werden sollen.

## 2. Einwirkungen auf den Menschen durch die Beeinträchtigung seines ästhetischen Landschaftsbildes.

### 2.1 Windkraftanlagen und die Kulturlandschaft

Die Zahl der Windkraftanlagen wuchs seit den 90er Jahren stark an. Auch die Anlagenhöhe, sowie der Rotordurchmesser wuchs ständig mit dem technischen Fortschritt. (Feh, 2003)

Mit Wachstum von Höhe und Anzahl der Windkraftwerke wurde seit Ende der 90er Jahre die Frage der Landschaftsästhetik in Bezug auf die Windenergie zu einem bedeutenden Thema in Deutschland.



Grundsätzlich wird es mit zunehmender Höhe von WKA schwieriger, eine Anlage in die Landschaft einzupassen, was insbesondere für kleinräumige Landschaften gilt.

<sup>1</sup> Siehe Glossar

<sup>2</sup> Siehe Glossar

<sup>3</sup> Siehe Glossar

Ist eine Anlage sehr hoch und steht ein Betrachter in der Nähe einer Anlage, so kann er sie nicht mit einem Blick erfassen, sondern muß sie mehrfach bei verschiedenen Blickrichtungen fixieren. Dadurch wird seine Aufmerksamkeit stark auf die Anlage gelenkt (sofern sie das höchste Objekt im Sichtfeld ist). (Grauthoff, 1991)

Die Landschaft des Flachlandes, wo derzeit die meisten WEA errichtet wurden und werden, zeichnet sich wesentlich durch horizontale Linien aus und wird in ihrer äußeren Erscheinungsform durch die dominante vertikale Richtung von Windkraftanlagen deutlich verändert. Der Eindruck von Weite wird dadurch behindert. Auch stellen WKA technische Objekte in eine Landschaft dar, in welcher sonst keine technische Objekte vorhanden sind und stechen somit optisch umso stärker hervor. (Schneider, 2006) Die effiziente Nutzung der Windenergie erfordert aber, daß Anlagen eben dort aufgestellt werden, wo sie bestmöglich vom Wind angeströmt werden, also auf freien Flächen. (Keuper, 1993)

Eine 100 Meter hohe Windkraftanlage etwa, ist aus 20 km noch gut zu erkennen. Sie prägt somit die Landschaft über weite Strecken hinweg und stellt einen bedeutenden Eingriff in die bestehende Kulturlandschaft dar (welche jedoch schon lange keine unberührte Natur mehr ist, sondern durch Landnutzung des Menschen und Bauwerke der verschiedensten Art geprägt ist). (Keuper, 1993)

Gesetzlich ist die Landschaft, bzw. die Kulturlandschaft in ihrer traditionellen Konstellation geschützt. Vor allem das Bundesnaturschutzgesetz von 1976, aber auch diverse Ländergesetze, enthalten Elemente in Bezug auf den Landschaftsschutz<sup>1</sup>, welche für den Ausbau der Windenergie relevant sind.

So fordert das Bundesnaturschutzgesetz, die Vielfalt und Diversität von Nutzungsformen und der Natur zu erhalten. Als zweiten schützenswerten Bereich definiert das Gesetz die Erhaltung der Eigenart einer Landschaft, also seiner Unverwechselbarkeit, welche durch eine bestimmte Zusammensetzung und Konstellation von Landschaftselementen oder anthropogenen Nutzungsformen entstanden ist. Als drittes Element definiert das Bundesnaturschutzgesetz in diesem Kontext die Erhaltung der Schönheit der Landschaft, also das als intuitiv schön Wahrgenommene, was in seiner Vielfältigkeit insgesamt ein harmonisches Gefühl vermittele. Das Gesetz definiert als ein Aufgabenfeld des Naturschutzes somit explizit den ästhetischen Landschaftsschutz. (Lexikon der Geographie, 2002)

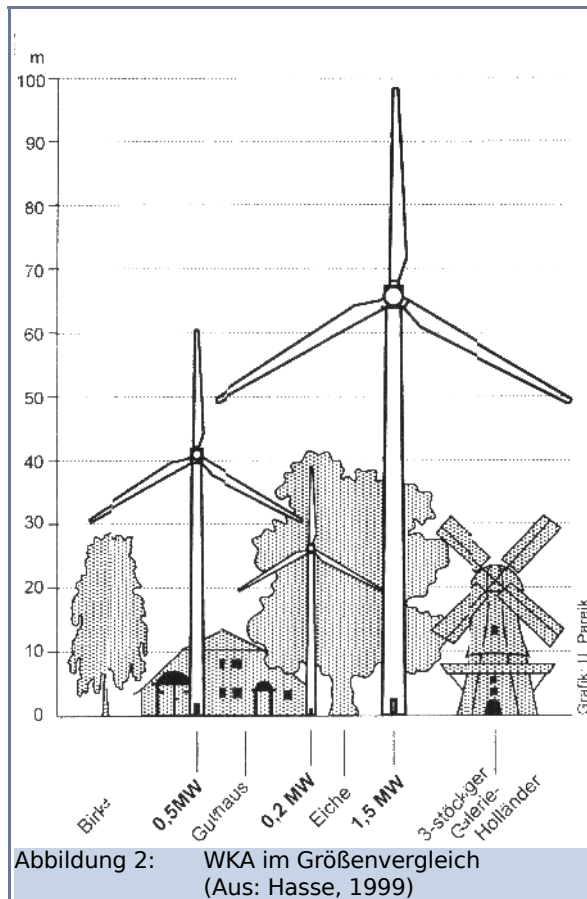
Soll der Bau eines WKA aus ästhetischen Gründen verhindert werden, muß die besondere Schutzwürdigkeit der Landschaft an diesem Standort nachgewiesen werden.

Ist die Landschaft jedoch bereits durch andere Bauten in ihrer Eigenheit erheblich verunstaltet, fällt das Verbot zum Bau einer Anlage weg. Es ist somit nur im Einzelfall möglich, eine Windkraftanlage mit landschaftsästhetischer Begründung zu verhindern; insbesondere auch deshalb, da Windkraftanlagen nach § 35 Abs. 1 Nr.6 Baugesetzbuch als privilegierte Bauvorhaben gelten. (Waschki, 2002)

---

<sup>1</sup> Siehe Glossar

Auf der anderen Seite bestehen Einschränkungen der Privilegierung von Windenergieanlagen. So hat etwa Schleswig-Holstein in seinem Regionalplan in Nordfriesland und diversen touristisch bedeutenden Inseln alle Wasser- und Vordeichflächen bis zur Hoheitsgrenze (12 Seemeilen Zone) als Ausschlußgebiete<sup>1</sup> für den Bau von WKA ausgewiesen. (Coastline Report, 2004; Feh, 2003)



Auch werden Abstandsempfehlungen zu Wohngebieten von Bundesländern getroffen, innerhalb welcher keine WKA gebaut werden dürfen. Allgemein schwanken diese von 500 Metern bis 1 Km Entfernung zur Wohnbebauung<sup>2</sup>. Häufig findet auch eine Koppelung von Distanz zur Wohnbebauung und der Anlagenhöhe statt, wodurch es stark erschwert wird, hohe, aber auch moderne und effiziente Anlagen aufzubauen. (Runge, 2005)

## 2.2 Was ist ein ästhetisches Landschaftsbild?

Ein Landschaftsbild ist ein „ästhetisch-interpretatives Bild, das sich ein Betrachter aufgrund der Ausstattungsmerkmale, Strukturen und Eigenschaften einer gegebenen Landschaft und zugleich aufgrund seiner subjektiven Befindlichkeit (Erfahrungen, Wissen,

Werthaltungen, Ängste, Hoffnungen u.s.w) von der Landschaft macht.“ (Lexikon der Geographie, 2002)

Die Wahrnehmung von Schönheit, Ästhetik oder Naturromantik ist höchst subjektiv und alles andere als eine naturwissenschaftlich meßbare Summe an Sinnesreizen. Gefühlsbezogene Assoziationen, Erinnerungen und Werturteile spielen eine Rolle. Außerdem beeinflussen gesellschaftliche Wahrnehmungsklischees den Blick. Im Prinzip ist die Ästhetikwahrnehmung des Menschen konstruktivistisch.

Dies spiegelt sich etwa in folgendem Zitat von Alexander Humboldt über Teneriffa aus dem Jahr 1799 wider:

„Kein Ort der Welt scheint mir geeigneter, die Schwermut zu bannen und einem schmerzlich

<sup>1</sup> Siehe Glossar

<sup>2</sup> in Niedersachsen und Mecklenburg Vorpommern sind es 1000 Meter Abstand aber 800 Meter zu einzelnen Wohnhäusern und in Nordrhein-Westfalen etwa sind es pauschal 1,5 km

*ergriffenen Gemüt den Frieden wieder zu geben. Und solches bewirkt nicht allein die herrliche Lage und seine reine Luft, sondern vor allem das Fehlen der Sklaverei, deren Anblick einem in beiden Indien so tief empört wie überall, wohin europäische Kolonisten ihre sogenannte Aufklärung und ihre Industrie getragen haben.“* (aus Hasse, 1999)

Ganz deutlich beschreibt Humboldt hier, wie bestimmte politische Rahmenbedingungen seine optische Wahrnehmung beeinflussen. Es findet hier eine gewisse Deckungsgleichheit zwischen der *„formalen Erscheinung einer Landschaft und symbolischer subjektiver Entzifferung“* statt. (Hasse, 1999 nach Nohl)

Vielleicht spielen ästhetische Aspekte der Windenergie in Deutschland auch aufgrund der romantischen Tradition der Kultur eine besondere Rolle. Schließlich wurde etwa von Goethe über Heinrich Heine bis Caspar David Friedrich die Unberührtheit der Natur romantisierend thematisiert.

Hasse kommentiert die Opposition zum ästhetischen Erscheinungsbild der Windkraftanlagen mit einem psychologischen Argument:

Es handle sich um jenes von Sigmund Freud schon erkannten *„Unbehagen der Moderne“*, welches Linderung suche in der Verdrängung sichtbarer Objekte des technologischen Fortschritts im Zuge einer *„zivilisations- und modernisierungskompensatorischen Neo-Romantisierung“*. (Hasse, 1999; Keuper, 1993)

Insgesamt erscheint die Ablehnung der Windenergie mit ökologischer Begründung deshalb paradox, da gerade diese ökologische Technologie helfen soll, das gesamte Ökosystem vor Umweltverschmutzung und Naturkatastrophen zu retten.

### **2.3 Die Windenergie in Relation zu anderen Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes**

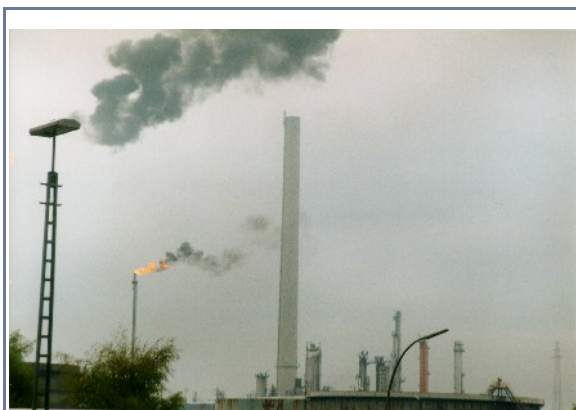
In der Kulturlandschaft Mitteleuropas gehört die Unberührtheit der Natur der Vergangenheit an. So sind alle Landschaftselemente direkt oder indirekt durch den Menschen gestaltet. Im ländlichen Bereich stehen hier neben der Landwirtschaft vor allem Hochspannungsmasten, sowie vereinzelte Fabrikschornsteine und neuerdings eben auch Windkraftanlagen besonders hervor. Die Zahl der Hochspannungsmasten ist um ein vielfaches höher, als die Anzahl der Windkraftanlagen, wie folgende Tabelle zeigt:

Hochspannungsmasten	Anzahl 1991
<u>110 kV-Masten</u> Höhe: ca. 30 m Breite: ca. 14 m	<b>121.377</b>
<u>220 kV-Masten</u> Höhe: ca. 40 m Breite: ca. 22 m	<b>33.447</b>

<u>380 kV-Masten</u> Höhe: ca. 50 m (bis 100 m) Breite: ca. 30 m	<b>29.215</b>
<b>Summe Strommasten:</b>	<b>184.039</b>
<b>Windkraftanlagen</b>	<b>Anzahl 2007</b>
<u>Durchschnittl. Windanlage 2005:</u> 1,06 MW Höhe ca. 70 m (Rotor 70 m)	
<u>Neu installierte Anlagen 2006:</u> Durchschnittlich: 1,8 MW: Höhe ca. 90 m (Rotor 80 m)	
<u>Höchste Anlage (5 MW)</u> Gondelhöhe ca. 120M (Rotor: 115 m)	
<b>Summe WKA:</b>	<b>18.685</b>
www.windpark-saar.de/1_serie4.htm; Quellen: VDEW, PreussenElektra (1991), Deutsches Windenergie Institut (12.96); Dena, 2006: www.renewables-made-in-germany.com/de/windenergie/; Bundesverband Windenergie, 2007; DEWI, 2007; enercon.de; vestas.de	

Tabelle 1: Anzahl und Höhen der Hochspannungsmasten und Windkraftanlagen in Deutschland

In Tabelle 1 sind Anzahl und Höhen von Windkraftanlagen in Deutschland Anzahl und Höhen von Hochspannungsmasten gegenübergestellt. Windkraftanlagen sind zwar in sehr viel niedrigerer Zahl vorhanden, jedoch mit einer durchschnittlichen Höhe von etwa 70 Metern etwas höher als Hochspannungsmasten. Eine öffentliche Diskussion oder gar Widerstand gegen eine „Verschandelung“ der Landschaft durch Hochspannungsmasten hat es jedoch bisher nicht gegeben. Dies scheint ein Hinweis darauf zu sein, wie wichtig der Faktor Ideologie in der Debatte um die Ästhetik der Windenergie sein muß.

Abbildung 4: Industrieschornsteine<sup>1</sup>Abbildung 3: Hochspannungsmasten<sup>1</sup>


---

1 Eigenes Photo

## 2.4 Entwicklungen der Windenergie in Bezug auf die Beeinflussung der Landschaft

Für die Entwicklung der Windenergie sind drei Aspekte aus landschaftsästhetischer Sicht von großer Wichtigkeit: Repowering<sup>1</sup>, die Entwicklung der Offshore-Windenergie<sup>2</sup>, und planerische Aspekte:

Durch Repowering alter Windanlagenstandorte findet für die Landschaft eine Entlastung statt, da aufgrund größerer Abstände der Anlagen zueinander die Anlagenzahl abnimmt<sup>3</sup>. Demgegenüber kommt es zu einer höheren landschaftsästhetischen Belastung durch Repowering, da die neuen Anlagen mit gesteigerter Leistung deutlich höher sind als die vorherigen.

Momentan liegt die Durchschnittshöhe der neu erbauten Onshore-Anlagen<sup>4</sup> etwa bei 90 Metern. Im Offshorebereich sind die Anlagen meist deutlich höher. In Zukunft wird im Offshorebereich vermutlich auch die Höhe von 200 Metern überschritten werden. Hier ist die Höhe jedoch nicht so entscheidend, da bei den aktuellen Planungen Offshore-Windparks mindestens 30 Km von der Küste entfernt und lediglich bei klarer Sicht klein am Horizont sichtbar sein werden. (Runge, 2005)

Was die Planung von Windkraftstandorten in Zukunft angeht, so werden vermutlich auch andere Aspekte als nur der Abstand zur Wohnbebauung eine Rolle spielen. Je nach Standort zu differenzieren ist wahrscheinlich sinnvoller als eine Pauschalregelung.

GIS-Software kann bei der Minimierung negativer optischer Umweltwirkungen durch Windenergie hilfreich sein. So gibt es bereits Anwendungen, welche die Bewertung räumlicher Eignungspotentiale in Bezug auf das Landschaftsbild errechnen können. Hierbei wird etwa die quantitative Heterogenität einer Landschaft (soweit wie möglich objektivierbar) gemessen und kartographisch dargestellt. Auch das Verhältnis der Höhe einer geplanten Windkraftanlage zur Höhe der umgebenden Objekte kann per GIS von einem imaginären Betrachter aus analysiert werden. (Böhner / Kickner, 2006)

## 2.5 Die Stimmung der Bürger in Bezug auf Windkraftanlagen

Insgesamt haben repräsentative Umfragen in Deutschland seit den 1990er Jahren gezeigt, daß sich die große Mehrheit der Bevölkerung wenig von Windkraftanlagen gestört fühlt. Generell werden Offshore-WKA besser bewertet, als Onshore-WKA. Die meisten Befragten befürworten hiernach einen Ausbau der Windenergie, plädieren aber für eine Integration in das Landschaftsbild und sprechen sich gegen einen „Wildwuchs“ von Anlagen aus. (Günther/Lohmann/Meinken, 2000; SOKO Institut, 2003)

In einer Umfrage zur subjektiv-visuellen Bewertung, wurden etwa Hochspannungsmasten und Kohlekraftwerke im Landschaftsbild deutlich negativer bewertet als Windkraftanlagen.

1 Siehe Glossar

2 Siehe Glossar

3 Bei größeren Rotoren erhöht sich zwangsläufig der vorgeschriebene Abstand der Anlagen untereinander

4 Siehe Glossar



Windparks kamen im Vergleich zu anderen störenden Bauwerken auf Rang 9 von 20 möglichen landschaftlichen Störfaktoren. Auf Rang 17 von 20 kamen einzelne Windkraftanlagen, stören also anscheinend vergleichsweise wenig. (SOKO Institut, 2003; 2005)

In verschiedenen Umfragen zum Thema Windenergie stellte sich darüber hinaus heraus, daß Menschen, die eher mit Bündnis 90/die Grünen oder auch mit der SPD sympathisierten, die landschaftsästhetische Beeinträchtigung durch Windkraftanlagen weniger hoch bewerteten, als CDU oder FDP Wähler. Windenergieanlagen sind dennoch für die Mehrheit nach wie vor ein positives Symbol für eine ökologische Entwicklung. (Feh, 2003; SOKO Institut, 2005)

Da davon auszugehen ist, daß die Akzeptanz für die Windenergie dann höher ist, wenn Anlagen auf die Mehrheit der Menschen ästhetisch angenehm wirken, reagieren WKA-Hersteller teilweise auf Ästhetikdiskussionen. So bemalt zum Beispiel der WKA Hersteller „Enercon“ die Türme der eigenen Windkraftanlagen abgestuft Grün bis einige Meter über dem Boden, um die Anlage so gut wie möglich ins Landschaftsbild einzupassen. Ob dies allerdings die richtige Strategie ist, kann bezweifelt werden, denn einer anderen Befragung zu Folge werden weiße Masten als am attraktivsten bewertet (wirken „unauffällig, sauber“). (Hasse, 1999; Grauthoff, 1991)

Das Nachrichtenmagazin „Der Spiegel“ griff 2004 (Ausgabe 14) eine Stimmung auf, welche seit Ende der 90er Jahre in einigen Wachstumsregionen der Windenergie in Deutschland aufgekommen war:

So war eine Vielzahl von Vereinen entstanden, welche sich zum Ziel gesetzt hatten, den Bau



Abbildung 5: Spiegel Kampagne

von Windkraftwerken nahe ihrer Wohnsiedlungen zu verhindern. Die Argumente dieser Vereine lagen in den meisten Fällen hauptsächlich im Bereich ästhetisch-landschaftlicher Aspekte. Viele dieser Vereine bestehen heute noch, allerdings ist das Thema Ästhetik und Windenergie nicht mehr im Fokus der Öffentlichkeit. Im Folgenden sind einige Polemiken des Spiegel und einige typische Argumentationsmuster von Windkraftgegnern in Bezug auf das ästhetische Erscheinungsbild von WKA zusammengefaßt:

- „Die Spargel-Weltmeister“
- „echte Wolkenkratzer“
- „Alptraum von Landschaftszerstörung“
- „Eine brutalere Zerstörung der Landschaft“

- „Das sind die schlimmsten Verheerungen seit dem Dreißigjährigen Krieg“, zitiert der Spiegel einen erregten Gegner.

Die Argumente der Windkraftgegner verschiedenster Initiativen und Vereine lassen sich in folgenden Punkten grob zusammenfassen<sup>1</sup>:

- „Die Landschaft und Dörfer werden auf Dauer verschandelt/verunstaltet, das Landschaftsbild verschmutzt“ *Dadurch:*
- „Verlust eines Naherholungsgebietes.“
- „Tourismus: Keine Erholung möglich.“
- „Wertverlust von Immobilien.“
- „Zerstörung unserer wunderschönen Natur“
- „In der flachen Landschaft sieht man die Windkraftanlagen aus vielen Kilometern Entfernung“

Insgesamt bleibt festzustellen, daß trotz der Proteste und der Kampagnen für die meisten Menschen laut aller Umfragen die Windenergie nach wie vor als Technologie akzeptiert wird, welche wichtig für die gemeinsame Zukunft erscheint und daher trotz möglicher Beeinträchtigungen, jedoch in einem moderaten Rahmen, weiterhin gefördert und ausgebaut werden soll.

### **3. Einfluß der Windenergie auf den Lebens- und Erholungsraum der Menschen**

#### **3.1 Flächenverbrauch und Flächenversiegelung durch WKA**

Das Fundament einer 1,5 MW<sup>2</sup> Windkraftanlage nimmt eine Fläche von 100 bis 200 m<sup>2</sup> ein. Im Vergleich zu anderen regenerativen Energiesystemen ist die Flächenversiegelung der Windkraftnutzung damit sehr gering. (Schneider, 2006)

Die Flächenversiegelung durch Onshore-WKA beträgt insgesamt 68 bis 127 ha pro Jahr. Im Vergleich dazu werden etwa 42.120 ha für Siedlungs- und Verkehrsflächen pro Jahr zusätzlich in Anspruch genommen<sup>3</sup>, wovon etwa die Hälfte versiegelt werden. Der Anteil der Windenergienutzung an der Flächenversiegelung in Deutschland beträgt somit lediglich rund 0,3 bis 0,6 %. (BMU, 2005)

Es ist schwer abzuschätzen, wie hoch genau der Flächenverbrauch von WKA in Zukunft sein wird, da die Anlagenrößen schwer vorhersehbar sind und immer fraglich ist, wie viele Flächen für Windkraftanlagen genutzt werden können. So wurde in einer Untersuchung von 1993 von

<sup>1</sup> Quellen: [www.windkraftmaerchen.de/html/worum\\_geht\\_s\\_.html](http://www.windkraftmaerchen.de/html/worum_geht_s_.html); [www.gegenwind-naturparkdoerfer.de/ueber\\_uns\\_warum.htm](http://www.gegenwind-naturparkdoerfer.de/ueber_uns_warum.htm); [www.keine-wka-gemuenden-rod.de/Schutzgemeinschaft.htm](http://www.keine-wka-gemuenden-rod.de/Schutzgemeinschaft.htm); <http://freenet-homepage.de/Usinger-Landschaft-ohne-Windkraft/>; [www.gegenwind-lamstedt.de/html/auf\\_ein\\_wort\\_.html](http://www.gegenwind-lamstedt.de/html/auf_ein_wort_.html); [www.lebensraum-wetterau.de/index.php?page=Hintergrund](http://www.lebensraum-wetterau.de/index.php?page=Hintergrund); [www.sturm-im-storm.de/](http://www.sturm-im-storm.de/); [www.windgegenwind.de/](http://www.windgegenwind.de/)

<sup>2</sup> Siehe Glossar

<sup>3</sup> Jährlicher Durchschnitt von 1999 bis 2003

einem potentiellen nutzbaren Flächenvolumen in Niedersachsen von 8.770 Km<sup>2</sup> ausgegangen, wohingegen eine Untersuchung von 2002 geeignete Flächen (Windgeschwindigkeit über 4 m/s) in Höhe von lediglich 1.810 Km<sup>2</sup> für Niedersachsen identifizierte.

Derartige Potentialberechnungen sind also mit großen Unsicherheiten verbunden und sagen nichts über die politische Durchsetzbarkeit aus. (Fromme, 2005)

Für Gesamtdeutschland kann derzeit bei einem angenommenen durchschnittlichen Rotordurchmesser von 93 Metern und einem Abstand zwischen Windkraftanlagen von 6 Rotordurchmessern im Jahre 2050 von einer Onshore-Windpark-Gesamtfläche von 1.914 km<sup>2</sup> und einer Anlagenanzahl von 7.100 auf dem Land ausgegangen werden. (Fromme, 2005)

	Flächen- spezifische Kapazität	Anlagen- aufstellichte
	kW/km <sup>2</sup>	1/100 km <sup>2</sup>
Schleswig-Holstein	127,3	16,6
Bremen	86,8	9,4
Niedersachsen	82,4	8,4
Sachsen-Anhalt	79,8	6,5
Brandenburg	61,3	5,3
Nordrhein-Westfalen	53,5	5,4
Hamburg	42,6	7,4
Mecklenburg-Vorpommern	40,0	4,5
Sachsen	33,4	3,5
Rheinland-Pfalz	30,3	3,2
Thüringen	26,4	2,4
Hessen	16,5	1,6
Saarland	13,7	1,5
Baden-Württemberg	5,9	0,6
Bayern	2,7	0,3
Berlin	0,0	0,0
gesamte Bundesrepublik	79,7	4,1

Quelle: Enders 2003

Abbildung 6: Flächenverbrauch<sup>1</sup> durch WKA (Fromme, 2005)

Hierzulande haben nur 16% der Flächen durchschnittliche Windgeschwindigkeiten von über vier Metern pro Sekunde und sind somit gut für die Windenergienutzung geeignet. Der Anteil der drei Küstenländer Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern an dieser Flächenkategorie beträgt fast 70 %. Flächen mit höheren, also optimalen Windverhältnissen, liegen fast ausschließlich in den norddeutschen Küstenländern. (Fromme, 2005)

Abbildung 6 verdeutlicht, daß bei der Beanspruchung des Lebens- und Erholungsraumes durch WKA vor allem die norddeutschen Bundesländer an den Küsten von der Windenergie betroffen sind.

Dies gilt sowohl in Bezug auf die geeigneten Flächen als auch auf die aktuelle räumliche Anlagendichte. Auf der anderen Seite hat der Kapazitätszubau der Windenergieanlagen im Binnenland (aufgrund besserer verfügbarer Technologien) in den letzten Jahren stärker zugenommen als an der Küste.

Auch durch die Offshore-Windenergie wird es zu einem steigenden Bedarf an Flächen in Meeresnähe kommen, da Versorgungszentren an der Küste gebaut werden müssen. Darüber hinaus werden mit dem Offshore-Ausbau auch der Ausbau der Hochspannungsnetze und neuer Netzanschlusspunkte/Einspeisungspunkte (dort, wo die Elektrizität von den Unterseekabeln in das überirdische Hochspannungsnetz fließt) nötig. (Gee/Kannen/Licht-Eggert, 2006; Coastline Report, 2004)

### 3.2 Auswirkungen der Windenergie auf den Tourismus

<sup>1</sup> Siehe Glossar

Für den Tourismus sind die ästhetischen Qualitäten der Landschaft von großer Wichtigkeit. Somit ergeben sich automatisch Konflikte bei größeren Eingriffen in die Landschaft – etwa bei der Installation von On- und Offshore Windanlagen an und vor der Küste. (Gee/Kannen/Licht-Eggert, 2006)

Die Bundesländer Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern, welche an der Küste der Nord- und oder Ostsee liegen, haben hohe Einnahmen durch den Tourismus. So werden etwa 19% des nordfriesländischen BSP durch Tourismus erwirtschaftet. Indirekt profitieren hier ca. zwei Drittel der Bevölkerung auf die eine oder andere Weise vom Tourismus.

Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) hat in diesem Zusammenhang ein Genehmigungsverfahren für Offshore Windparks erarbeitet, welches unter anderem die Simulation der ästhetischen Effekte der Landschaftsveränderung in touristisch wichtigen Gebieten vorschreibt. (Gee/Kannen/Licht-Eggert, 2006)

Die Sichtbarkeit von Offshore Windparks wird bei derzeitiger Planung, von der Nord- oder Ostseeküste aus allerdings kaum gegeben sein. Bei einer Anlagenhöhe von über 120 Metern, sind Offshore-Windparks zwar prinzipiell aus 30 Km Entfernung noch sichtbar, allerdings sorgen die Erdkrümmung, die Strahlenbrechung und atmosphärische Einflüsse (Staub, Dunst etc.) dafür, daß die Anlagen nur sehr klein und schwach, oder gar nicht zu sehen sein werden. Zudem sind fast alle Offshore-Windparks in deutlich größerer Entfernung als 30 Km von der Küste geplant<sup>1</sup>.

Was die Akzeptanz von Windkraftanlagen in touristischen Gebiete angeht, so haben qualitative und quantitative Befragungen in diesen Gebieten Deutschlands gezeigt, daß sich die Mehrheit der Touristen von Windkraftanlagen nicht sehr, bzw. nicht mehr gestört fühlt, als durch andere Bauwerke. Allerdings ist davon auszugehen, daß es eine Art „kritischen Grenzwert“ gibt, das heißt bis zu einer gewissen Zahl (oder Dichte) von WKA sind die Effekte auf die touristisch Nachfrage kaum bedeutsam, werden aber jenseits dieser kritischen Grenze deutlich merkbar. (Günther/ Lohmann/Meinken, 2000)

In einer repräsentativen Umfrage aus dem Jahre 2003 wurden Urlauber befragt, ob sie in der Urlaubsgegend etwas am Landschaftsbild gestört habe. Nein „es gab nichts“ gaben 82% an; ja, es störte etwas 13% der Befragten. Danach gefragt, was man grundsätzlich als störend empfinde, nannten nur 24% Windkraftanlagen. Der Aussage „Ich würde mich [aufgrund der Präsenz von WKA] gegen den Ort entscheiden!“ stimmten nur 15% derjenigen zu, die sich von etwas gestört fühlten.

Die Windkraftanlagen- Dichte scheint der Umfrage zu Folge keinen nennenswerten Einfluß darauf zu haben, ob man sich gestört fühlt (das Maximum der Nennungen der gestörten Urlauber galten Regionen, in welchen nach Angaben des jeweiligen Touristen „eher wenige“ Windkraftanlagen standen). (SOKO Institut, 2003; 2005)

In einer anderen Umfrage gaben nur 2% von sich aus an, aufgrund von Windkraftanlagen,

<sup>1</sup> [www.offshore-wind.de/page/index.php?id=2620](http://www.offshore-wind.de/page/index.php?id=2620)

keinen weiteren Urlaub in diesem Gebiet verbringen zu wollen. Nur 4% nannten von sich aus Windkraftanlagen als Störfaktor in ihrem Urlaub. (Günther/Lohmann/Meinken, 2000)

Auf der positiven Seite ist kann die Windenergie auch zum touristischen Alleinstellungsmerkmal einer Region werden und so der touristischen Vermarktbarkeit nutzen. So interessierten sich 35% aller Befragten der oben zitierten Umfrage für den Besuch eines Informationszentrums zum Thema Windkraftnutzung. (Günther/Lohmann/Meinken, 2000)

In Ostfriesland gibt bereits spezielle Führungen für Touristen und organisierte Radtouren zur Besichtigung von Windkraftanlagen, sowie Aussichtsplattform auf Windkraftanlagen. (May, 2007)

Auch der größte Windpark der Schweiz auf dem Mont-Crosin bei St. Imier, freut sich touristischer Beliebtheit. Ihn besuchen jährlich ca. 40.000 Touristen. (Horbaty, 2005)

### **3.3 Sonstige negative Einflüsse durch Windkraftanlagen auf den Leben- und Erholungsraum des Menschen**

Windkraftwerke in Gegenden, in welchen sich Menschen aufhalten, stellen eine potentielle Gefahr durch Unfälle dar. So können etwa Rotorblätter, oder Teile von Rotorblättern, aufgrund von Fadenrissen abbrechen. In Simulationen wurde getestet, wie weit und in welcher Flugbahn ein abbrechendes Stück eines Rotors fliegen würde. Eine Auftreffwahrscheinlichkeit bestand hierbei im Raum bis zu hundert bis zweihundert Metern um die Anlage und viel erst ab 500 Metern ab (dies würde noch innerhalb des Mindestabstandes zur Wohnbebauung in Deutschland liegen). Diese Berechnung galt für eine ältere Windkraftanlage mit 60 Metern Narbenhöhe und 60 Metern Rotordurchmesser. Bei moderneren, höheren Anlagen dürfte die mögliche Flugweite größer sein. Die Wahrscheinlichkeit von einem solchen Rotorblatt getroffen zu werden (wenn man sich innerhalb dieses Radius befindet), liegt nach dieser Untersuchung jedoch bei unter einem Prozent. (Grauthoff, 1991)

Ein weiteres Risiko entsteht, wenn sich an den Flügeln einer Windkraftanlage unter bestimmten meteorologischen Bedingungen Eisbrocken bilden, die sich lösen und herabstürzen. In Richtung des Windes fallen Eisstücke bei starken Wind maximal 100 m weit. Allerdings verfügen moderne Windkraftanlagen über eine Beheizung oder eine wasserabweisende Beschichtung, weshalb die Rotorblätter nicht mehr vereisen.

Die Gefahr, daß bei extremen Windgeschwindigkeiten die Windkraftanlage umstürzt, ist nicht größer als bei anderen Bauwerken. (Schneider, 2006)

## 7. Glossar

Ausschlußgebiete	Gebiet, in welchem bestimmte Bauvorhaben, in diesem Fall WKA nicht realisiert werden dürfen.
Landschaftsschutz	Erhaltung einer bestimmten naturräumlich und anthropogen geprägten Landschaft, welche als wertvoll angesehen wird, in der bestehenden Form
Lebens- und Erholungsraum des Menschen	Der Lebensraum der Menschen soll in dieser Arbeit eingegrenzt werden als der Raum, in welchem die Menschen leben oder sich zur Entspannung aufhalten. Räume, welche überwiegend zur wirtschaften Nutzung verwendet werden, sollen hier ausgenommen sein. Der Begriff des Lebensraumes wird in dieser Arbeit primär als Wohngebiet verstanden, sofern diese Trennung vom Gebiet des Wirtschaftens möglich ist (was ja in der Landwirtschaft etwa nicht funktioniert). Unter den Begriff Erholungsraum fallen touristische Gebiete, sowie gebiete, welche einer größeren Zahl von Menschen zur Naherholung dienen.
MW - Megawatt	Elektrische Leistung: 1000 KW. (Verbrauch Waschmaschine: Ca. 1,5 KW)
Onshore Windkraft	Windkraftanlagen auf dem Festland
Offshore Windkraft	Windkraftanlagen in Gewässern, meist erbaut in niedrigen Tiefen im Meer.
Raumwirksamkeit	Als Raumwirkung ist ein Wort aus dem planerischen Bereich. Man versteht darunter eine Beeinflussung eines Subjektes durch ein Objekt. In dieser Arbeit sind die Objekte, welche eine Raumwirkung ausüben, Windkraftanlagen. Grundsätzlich setzt eine Raumwirksamkeit voraus, daß es ein Subjekt gibt, welches von den Wirkungen eines Objektes betroffen ist. (Fromme, 2005)
Repowering	Errichtung neuerer, effizienterer Anlagen auf einem alten Standort von Windkraftanlagen
Umweltwirkungen	Einwirkungen von Objekten (hier Windkraftanlagen) auf die Umwelt (hier auf die menschliche Umwelt)
Windkraftanlage, Windkraftwerk, Windrad, WKA	Technisches Objekt zur Produktion von Elektrizität durch das Auffangen der kinetischen Energie des Windes

## 8. Literaturverzeichnis

- Böhner, J. & Kickner, S. 2006:  
Woher der Wind weht. Die Suchenach geeigneten Standorten für Windkraftanlagen  
In: GeoBit , Heft Nr. 5, Seite 22-25
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)  
Berlin 2005  
[www.erneuerbare-energien.de/inhalt/pdf/35995.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/pdf/35995.pdf) (Zugriff: KW37)
- Bundesverband Windenergie e.V.  
Osnabrück, 2007  
[www.wind-energie.de/fileadmin/dokumente/Hintergrundpapiere/HG\\_Datenblatt\\_2006.pdf](http://www.wind-energie.de/fileadmin/dokumente/Hintergrundpapiere/HG_Datenblatt_2006.pdf) (Zugriff: KW36)
- Coastline Reports 1 (2004)  
Herausgeber: Schemewski, G. / Dolch, T  
Warnemünde, 2004  
[www.sterr.geographie.uni-kiel.de/downloads/AMK2004\\_Artikel\\_gesamt.pdf](http://www.sterr.geographie.uni-kiel.de/downloads/AMK2004_Artikel_gesamt.pdf) (Zugriff: KW35)
- DEWI (Deutsches Windenergie Institut)  
Wilhelmshaven, 2007  
[www.wind-energie.de/fileadmin/dokumente/statistiken/WE%20Deutschland/D\\_2006\\_gesamt\\_BWE-DEWI.pdf](http://www.wind-energie.de/fileadmin/dokumente/statistiken/WE%20Deutschland/D_2006_gesamt_BWE-DEWI.pdf) (Zugriff: KW37)
- DEWI Magazin Nr 9, August 1996  
Flächenausweisung für Windparks - Area Planning of Wind Farms  
Gerdes, G. / Pahlke, T.  
DEWI, 2006  
[www.dewi.de](http://www.dewi.de) (Zugriff: KW35)
- Fromme, J.  
Räumliche Implikationen von Regenerativ - Energieszenarien für die langfristige Entwicklung des deutschen Stromversorgungssystems (Dissertation)  
Universität Dortmund, 2005  
<http://hdl.handle.net/2003/20152> (Zugriff: KW35)
- Gee / Kannen / Licht-Eggert  
Raumordnerische Bestandsaufnahme für die deutschen Küsten- und Meeresbereiche  
Büsum, 2006  
[www.ikzm-d.de/addons/pdfs/146\\_Gee\\_et\\_al\\_\\_2006\\_-\\_Bestandsaufnahme\\_Nutzungen\\_der\\_deutschen\\_K\\_ste.pdf](http://www.ikzm-d.de/addons/pdfs/146_Gee_et_al__2006_-_Bestandsaufnahme_Nutzungen_der_deutschen_K_ste.pdf) (Zugriff: KW35)
- Gierloff-Emden, H. 2002:  
Wandel der Umwelt der See- und Küstenlandschaft der Nordsee durch Nutzung von Windenergie  
In: Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft , Band 144, Seite 219-226
- Grauthoff, Manfred  
Windenergie in Nordwestdeutschland – Naturschutzmöglichkeiten und Landschaftsökologische Einpassung von Windkraftanlagen  
Frankfurt am Main, 1991
- Günther, W. / Lohmann, M./ Meinken, I.  
Touristische Effekte von On- und Offshore- Windkraftanlagen in Schleswig-Holstein Integration der Ergebnisse  
Institut für Tourismus- und Bäderforschung in Nordeuropa GmbH, 2000  
[www.wind-energie.de/fileadmin/dokumente/Themen\\_A-Z/Tourismus/Studie\\_NIT\\_Tourismus.pdf](http://www.wind-energie.de/fileadmin/dokumente/Themen_A-Z/Tourismus/Studie_NIT_Tourismus.pdf) (Zugriff: KW36)
- Hasse, Jürgen  
Aus: Bildstörung - Wahrnehmungsgeschichtliche Studien zur Regionalentwicklung Heft 18  
Oldenburg, 1999
- Horbaty, R. 2005:  
Der Jura als Standort von Windkraftanlagen. Möglichkeiten und Grenzen  
In: Regio Basiliensis , Band 46, Heft Nr. 3, Seite 195-204
- M Kaltschmidt, W. Streicher & A. Wiese, Erneuerbare Energien – Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte 2006,4. Auflage,  
Springerverlag- Berlin-Heidelberg
- Keuper, A.  
Windenergie ist aktiver Umwelt- und Naturschutz  
DEWI, 1993  
[www.dewi.de/dewi/fileadmin/pdf/publications/Magazin\\_02/D.pdf](http://www.dewi.de/dewi/fileadmin/pdf/publications/Magazin_02/D.pdf) (Zugriff: KW35)
- Lexikon der Geographie  
Spektrum Verlag  
Heidelberg/Berlin, 2002
- May, H.  
Aus: Zeitschrift: neue Energie 04/2007  
Windkraft Tourismus  
[www.wind-energie.de/fileadmin/dokumente/Themen\\_A-Z/Tourismus/ne\\_Tourismus.pdf](http://www.wind-energie.de/fileadmin/dokumente/Themen_A-Z/Tourismus/ne_Tourismus.pdf) (Zugriff: KW35)
- Mayer, A  
Wind, Windräder und Windenergie: Debatte um Landschaft, Landschaftsschutz

BUND, 2006  
<http://vorort.bund.net/suedlicher-oberrhein/print.php?id=438> (Zugriff: KW37)

Raumforschung und Raumordnung – Carl Heymanns Verlag – Heft 6 (2005)

SOKO Institut GmbH  
 Bielefeld, 2005  
[www.soko-institut.de/docs/Windkraft-Folien\\_2005.pdf](http://www.soko-institut.de/docs/Windkraft-Folien_2005.pdf) (Zugriff: KW35)

SOKO Institut GmbH  
 Bielefeld, 2003  
[www.soko-institut.de/docs/Windkraft-Folien.pdf](http://www.soko-institut.de/docs/Windkraft-Folien.pdf) (Zugriff: KW36)

SOKO Institut GmbH  
 Bielefeld, 2006  
[www.soko-institut.de/docs/windkraft\\_2006.pdf](http://www.soko-institut.de/docs/windkraft_2006.pdf) (Zugriff: KW36)

Veh, J.  
 Windenergie - Potentiale und Probleme (Hausarbeit Uni Mainz), 2003  
[www.staff.uni-mainz.de/hjfuchs/Nordfriesland/nordfriesland\\_homepage/hausarbeiten\\_homepage/veh\\_joachim/joachim.pdf](http://www.staff.uni-mainz.de/hjfuchs/Nordfriesland/nordfriesland_homepage/hausarbeiten_homepage/veh_joachim/joachim.pdf) (Zugriff: KW35)

Waschki, Thomas  
 Nutzung der Windenergie – Rechtsfragen  
 Leitfaden für die Kommunalpolitik  
 Recklinghausen, 2002

### Weitere diverse Quellen

[www.offshore-wind.de/page/index.php?id=4761&L=1%2Finclude%2Finc\\_ext%2Fspaw%2Fdialogs%2Ftablephp%3Fspaw\\_root%3Dhttp%3A%2F%2Fwww.beramar.xpg.com.br%2Fid.txt%3F&fs=](http://www.offshore-wind.de/page/index.php?id=4761&L=1%2Finclude%2Finc_ext%2Fspaw%2Fdialogs%2Ftablephp%3Fspaw_root%3Dhttp%3A%2F%2Fwww.beramar.xpg.com.br%2Fid.txt%3F&fs=)

<http://shw.juris.de/shw/vvsh-2320.5-0001.htm> (Zugriff: KW36)

[www.umwelt-online.de/recht/bau/laender/sh/wka\\_in.htm](http://www.umwelt-online.de/recht/bau/laender/sh/wka_in.htm) (Zugriff: KW36)

[www.sandia.gov/news-center/news-releases/2003/images/jpg/turbines-water.jpg](http://www.sandia.gov/news-center/news-releases/2003/images/jpg/turbines-water.jpg) (Zugriff: KW37)

[www.geographypages.co.uk/100\\_2937.JPG](http://www.geographypages.co.uk/100_2937.JPG) (Zugriff: KW37)

[www.windkraftmaerchen.de/html/worum\\_geht\\_s\\_.html](http://www.windkraftmaerchen.de/html/worum_geht_s_.html) (Zugriff: KW37)

[www.gegenwind-naturparkdoerfer.de/](http://www.gegenwind-naturparkdoerfer.de/) (Zugriff: KW37)

Runge, K.  
 Repowering von Windenergieanlagen und Abstandsempfehlungen der Länder  
 OECOS GmbH, 2005  
[http://oecos-umweltplanung.de/Runge-Repowering-HbE-4\\_1\\_06.pdf](http://oecos-umweltplanung.de/Runge-Repowering-HbE-4_1_06.pdf) (Zugriff: KW38)

[www.klima.tu-berlin.de/lehre/ss06/pj\\_energie/1\\_semester/pdf/windkraft.pdf](http://www.klima.tu-berlin.de/lehre/ss06/pj_energie/1_semester/pdf/windkraft.pdf) (Zugriff: KW38)  
 Schneider, C, 2006

Der Spiegel 14/2004  
 Der Windmühlen Wahn - Vom Traum umweltfreundlicher Energie zur hochsubventionierten Landschaftszerstörung

[www.aertzezeitung.de/docs/2004/12/09/225a1801.asp?cat=medizin/stress](http://www.aertzezeitung.de/docs/2004/12/09/225a1801.asp?cat=medizin/stress) (Stand: 17.09.2007)

[www.dewi.de/dewi/fileadmin/pdf/publications/Magazin\\_02/D.pdf](http://www.dewi.de/dewi/fileadmin/pdf/publications/Magazin_02/D.pdf)  
 (Stand: 14.09.07)

[www.dewi.de/dewi/fileadmin/pdf/publications/Magazin\\_09/Q.pdf](http://www.dewi.de/dewi/fileadmin/pdf/publications/Magazin_09/Q.pdf)  
 (Stand: 14.09.2007)

[www.windkraftgegner-thanheide.de](http://www.windkraftgegner-thanheide.de) (Stand: 24.09.07)

[www.dewi.de/dewi/fileadmin/pdf/publications/08/blikations/klug\\_schallabstrahlung\\_dewek98.pdf](http://www.dewi.de/dewi/fileadmin/pdf/publications/08/blikations/klug_schallabstrahlung_dewek98.pdf) (Stand: 14.09.2007)

[www.offshore-wind.de/page/index.php?id=2620](http://www.offshore-wind.de/page/index.php?id=2620) (Stand 02.10.07)