



Mehr Abstand – mehr Akzeptanz?

Ein umweltpsychologischer Studienvergleich



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Mehr Abstand – mehr Akzeptanz?

Ein umweltpsychologischer Studienvergleich

Prof. Dr. Gundula Hübner

Dr. Johannes Pohl

Inhalt

Vorwort	4
1 Einleitung	6
2 Methode	8
3 Einstellungen	10
4 Generelle Beeinträchtigung durch WEA	12
5 Belästigung durch WEA-Immissionen	13
6 Häufigkeit stark Belästigter	14
7 Gefühle	18
8 Erlebte Vor- und Nachteile der WEA	19
9 Akzeptanzfaktoren	20
10 Zusammenfassung der Ergebnisse	22
11 Literatur	24
12 Anhang	26
Impressum	28

Vorwort

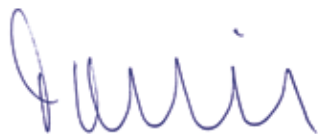
Die Energiewende ist eine gesamtgesellschaftliche Mammutaufgabe, die nur durch das gemeinsame Engagement und Verantwortungsbewusstsein von Politik, Verwaltung und Zivilgesellschaft gelingen wird. Akzeptanz gilt als zentrales Element der Energiestrategie der Bundesregierung, die sich ehrgeizige Klimaschutzziele gesetzt hat und dafür den konsequenten Ausbau der Windenergie an Land vorsieht. Die Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) und die Änderung des Baugesetzbuches (BauGB) im Jahr 2014 entfalten dabei besondere Wirkungen auf die Entwicklung der Windenergie an Land in Deutschland.

Um die Einführung der Länderöffnungsklausel in das Baugesetzbuch (§ 249 Abs. 3 BauGB), wonach die Bundesländer eigene Mindestabstände zwischen Windrädern und Wohnbebauung festlegen können, gab es im Sommer 2014 lebhafte Diskussionen. Während auf der einen Seite die Kritiker der Gesetzesänderung diese als »überflüssig« und im Hinblick auf die Umsetzung der Energiewende als »kontraproduktiv« ablehnten, befürworteten sie andere als notwendige Reaktion des Gesetzgebers auf Widerstände in der Bevölkerung gegen den Bau neuer Windräder im eigenen Wohnumfeld. Der

Bayerische Landtag hat am 12. November 2014 das Gesetz zur Änderung der Bayerischen Bauordnung (siehe Gesetz- und Verordnungsblatt 2014, S. 478) verabschiedet, die für neue Windräder einen Mindestabstand im Umfang der zehnfachen Anlagenhöhe (sogenannte 10H-Regelung) zu Wohngebäuden vorschreibt. Bei heutigen Binnenland-Anlagen kann das Abstände von bis zu zwei Kilometern bedeuten. Nach Auffassung der Bayerischen Staatsregierung ist »die Gesamthöhe einer Anlage – insbesondere im Hinblick auf die als bedrängend empfundene Wirkung – von entscheidender Bedeutung für die Akzeptanz in der Bevölkerung«, weshalb »die Zustimmung für Windkraft bei den betroffenen Anliegern in erster Linie sowohl von der Höhe als auch von der Entfernung der jeweiligen Windenergieanlage ab[hängt]«, so die Begründung zum Gesetzesentwurf vom 27. Mai 2014 (Drs. 17/2137). Eine »klare Abstandsregelung zur Wohnbebauung« könne »befriedend wirken«. Andere Landesregierungen, wie in Sachsen oder Brandenburg, die ebenfalls in Erwägung zogen, von der Klausel Gebrauch zu machen, haben sich mittlerweile davon distanziert und in ihren neuen Koalitionsverträgen erklärt, flexiblere Abstandsregelungen vorzusehen.

In den öffentlichen und politischen Debatten wurden zur Untermauerung der These, ein höherer Abstand garantiere mehr Akzeptanz, keine Studien aus der Wissenschaft zitiert. Aus Sicht der Fachagentur Windenergie an Land war es daher für die Versachlichung der Diskussion erforderlich, diese Wissenslücke zu schließen und empirisch belastbare Daten zum Zusammenhang von Abstand und Akzeptanz einer Prüfung zu unterziehen. Die vorliegende Broschüre ist das Ergebnis eines Vergleichs umweltpsychologischer Studien, die den statistischen Zusammenhang zwischen Abstand und Akzeptanz wissenschaftlich untersuchten. Die Broschüre ist in erster Linie als Information für Planungsverantwortliche in Landesministerien, regionalen Planungsstellen und Kommunen konzipiert, richtet sich darüber hinaus auch an interessierte Bürgerinnen und Bürger.

Ich danke dem Autorenteam für die geleistete Arbeit und wünsche eine informative Lektüre.



Axel Tscherniak
Geschäftsführer der Fachagentur
Windenergie an Land

1 Einleitung

Windenergieanlagen (WEA) werden kontrovers diskutiert – manche Anwohner befürworten sie, andere lehnen sie aus Sorge um das Landschaftsbild ab oder befürchten Auswirkungen auf Mensch und Natur. Zwar dürfen WEA nur errichtet werden, wenn sie den vorgeschriebenen Immissionsschutz gewährleisten, dennoch liegen Anwohnerbeschwerden vor, etwa zu den Geräuschen von WEA. Zur Häufigkeit und zu den Ursachen möglicher Belästigungen von Anwohnern durch WEA-Immissionen gibt es bisher nur wenige wissenschaftlich belastbare Studien. Ebenso scheint bislang unklar, ob es einen bedeutsamen Zusammenhang zwischen der Akzeptanz von WEA und dem Abstand zur Wohnbebauung gibt – wie aktuell in der politischen Debatte um die Nutzung von WEA diskutiert.

Ziel dieser Broschüre ist es, die Ergebnisse wissenschaftlich belastbarer Analysen des Zusammenhangs zwischen dem Abstand, der Akzeptanz sowie den Wirkungen von WEA auf Anwohner für Entscheidungsträger, betroffene Bürger und andere Interessierte zu vermitteln. Dazu werden die Befunde internationaler und nationaler Studien zusammengefasst, die den internationalen wissenschaftlichen Standards genügen. Dazu gehört, dass sowohl die Datenerhebung als auch die Auswertung offenliegen und nachvollziehbar sind. Dies bedeutet nicht, dass Erfahrungsberichte von Anwohnern oder theoretische Überlegungen zu möglichen WEA-Auswirkungen abgelehnt würden. Vielmehr werden diese als offene Fragen verstanden, die es wissenschaftlich zu klären gilt.

Wissenschaftliche Untersuchungen zu Wirkungen von WEA auf Anwohner werden erst in den letzten 15 Jahren häufiger durchgeführt. Hervorzuheben sind die Arbeiten der Arbeitsgruppe um Eja Pedersen zur Geräuschwirkung^{1, 2, 3}. Inzwischen liegt rund ein Dutzend Studien vor aus den USA^{4, 5, 6, 7, 8} und Europa^{9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17}, die auch den Abstand zur Wohnbebauung berücksichtigen. Einige der Studien erfassen jedoch nur grobe Abstandsbereiche, die kaum zum besseren Verständnis des Zusammenhangs zwischen der Akzeptanz und dem Abstand beitragen: Eine Studie findet im Abstand unter fünf Kilometern eine höhere Akzeptanz lokaler WEA, über fünf Kilometern Abstand jedoch eine geringere¹⁶, eine andere Studie kommt zum genau entgegengesetzten Ergebnis⁸. Eine dritte schließlich, die mit ähnlich groben Abstandsbereichen arbeitet, findet keinen Zusammenhang¹². Diese widersprüchlichen Ergebnisse weisen auf Einflüsse anderer Faktoren hin, die in den drei Studien leider nicht berücksichtigt wurden – entsprechend können sie für die vorliegende Analyse nicht genutzt werden.

Eine besondere Datenlage liegt für Deutschland und die Schweiz vor, durch die Forschung der umweltpsychologischen Arbeitsgruppe um Gundula Hübner und Johannes Pohl. Sie konnten vier Studien zu Akzeptanz und Stresswirkungen von WEA durchführen, in denen jeweils der Wohnabstand zur nächsten WEA sowie verschiedene Akzeptanz- und Stressindikatoren vergleichbar erfasst wurden. Die Studien wurden ermöglicht durch die Forschungsförderung des Bundes (Deutschland, Schweiz), einzelner Bundesländer und der Deutschen Bundesstiftung Umwelt. Über 1.300 Anwohner an



Windenergienutzung im Hunsrück

Die Erzeugung von Windstrom ist in den vergangenen Jahren sichtbarer geworden.

mehr als 20 Standorten wurden einbezogen, im Flachland^{10, 14, 15} sowie in Hügel- und Gebirgslandschaften^{9, 10}. Die vergleichende Auswertung dieser vier Studien konnte im Hinblick auf die Abstandsfrage vertieft werden. Die Ergebnisse dieser Analyse stehen im Mittelpunkt der vorliegenden Broschüre, welche auf Initiative der Fachagentur Windenergie an Land entstand.

Ausgehend von sozial- und umweltsychologischen Theorien definieren wir die Akzeptanz von WEA als die Einstellung a) zu den lokalen WEA und b) zur Windenergienutzung allgemein^{18, 19}. Die Einstellung beschreibt, inwieweit die WEA als positiv oder negativ bewertet werden. Der Einstellung ihrerseits liegen die Vor- und Nachteile zugrunde, die mit den WEA verbunden werden. Nach einem Einblick in die Methodik der einbezogenen vier Studien wird zunächst geklärt, wie die lokale Akzeptanz von WEA sowie Anwohnerbelästigung durch diese ausgeprägt sind. Anschließend wird

eine umfassende Analyse des Zusammenhangs zwischen dem Abstand von WEA zur nächsten Wohnbebauung sowie mehreren Akzeptanz- und Stressmaßen durchgeführt. Mehrere Maße einzubeziehen ist notwendig, um verallgemeinerbare Aussagen treffen zu können. Denn würden nur einzelne berücksichtigt, könnten die Ergebnisse als zufällig und zu spezifisch kritisiert werden. Spezifisch meint, wenn beispielsweise ein bedeutsamer Zusammenhang zwischen Abstand und Geräuschbelästigung nachweisbar wäre, jedoch nicht zwischen Abstand und Akzeptanz. Konsistente, studienübergreifende Ergebnisse sprechen dagegen für belastbare und valide Ergebnisse.

Zu einem ersten Entwurf dieser Broschüre gaben uns Testleser konstruktive Rückmeldungen, vertreten waren Bürger, Planungsexperten und Behördenvertreter auf kommunaler, Landes- sowie Bundesebene. Ihnen gilt unser besonderer Dank.

2 Methode

Überblick über verwendete Studien

STUDIEN UND STICHPROBEN

Berücksichtigt wurden internationale und nationale Studien. Im Mittelpunkt stehen aber die vier Studien des Autorenteam zu Akzeptanz und Stresswirkungen von WEA, in denen jeweils der Wohnabstand der Befragten zur nächsten WEA sowie verschiedene Akzeptanz- und Stressmaße erfasst wurden. Über 1.300 Anwohner im Alter von 17 bis 93 Jahren an mehr als 20 WEA-Standorten wurden in diese Studien einbezogen. Es handelt sich um Standorte im norddeutschen Flachland^{10, 14, 15} sowie in Hügel- und Gebirgslandschaften^{9, 10}. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Stichproben, die Anzahl der einbezogenen Windparks sowie deren WEA-Anzahl, Höhe und Leistungswerte und die Abstandswerte zur nächsten Wohnbebauung. Diese vier Studien wurden vertiefend zur Abstandsfrage ausgewertet, die Ergebnisse der vergleichenden Analyse erstmals in dieser Broschüre präsentiert.

Über die Studien hinweg gesehen werden Abstände von unter 100 bis über 8.000 Metern (m) einbezogen. Die Abstände waren mit GIS oder mit dem Google Earth™ Programm ermittelt worden. Bei der Schattenwurf-Studie gab es Anwohner, die in der Nähe mehrerer Windparks wohnten. In den anderen Studien waren es jeweils Anwohner nur eines Windparks, in zwei Fällen einer Einzelanlage. Die Anlagenanzahl wurde in den Auswertungen berücksichtigt.

Im Fokus der Studien lagen die Wirkungen

- a) des periodischen Schattenwurfs¹⁴,
kurz Schattenwurf-Studie,
- b) der Hinderniskennzeichnung¹⁴,
kurz HK-Studie,
- c) der Geräusche¹⁵,
kurz Geräusch-Studie, sowie
- d) eine vertiefende Gesamtschau der WEA-Immissionen in der Schweiz⁹,
kurz Schweiz-Studie.

Tabelle 1: Stichproben und Windparks

	Schattenwurf-Studie	HK-Studie	Geräusch-Studie	Schweiz-Studie
Anwohneranzahl	223	420	212	467
Altersdurchschnitt	48 Jahre	51 Jahre	55 Jahre	52 Jahre
Geschlecht	w: 43 %, m: 57 %	w: 43 %, m: 57 %	w: 48 %, m: 52 %	w: 53 %, m: 47 %
Windparks pro Studie	/	13	1	7
WEA-Anzahl	1 – 100	5 – 18	9	1 – 16
WEA-Gesamthöhe	< 100 m	118 – 150 m	150 m	72 – 148 m
WEA-Leistung	/	0.8 – 2.3 MW	2.0 MW	0.6 – 2.0 MW
Abstandsbereich	90 – 3.800 m	440 – 8.530 m	1.250 – 2.890 m	230 – 5.000 m
Abstandsdurchschnitt	660 m	1.420 m	1.900 m	1.990 m
Fördermittelgeber	Schleswig-Holstein (StUA Schleswig), Niedersachsen (Umweltministerium), Mecklenburg-Vorpommern (LUN), Bayern (LAU)	BMU, Schleswig-Holstein (LLUR)	DBU, wpd	Schweizerisches Bundesamt für Energie, Bundesamt für Umwelt

Nach der Belästigung durch die WEA im Landschaftsbild, durch Geräusche, die Hinderniskennzeichnung und den periodischen Schattenwurf wurde in allen vier Studien gefragt. Die Schattenwurf-Studie wurde bereits 1999 durchgeführt, als die WEA-Höhen geringer und die Genehmigungspraxis anders als heute waren. Diese ältere Studie wird aber dennoch einbezogen, um mit der heutigen Zeit vergleichen zu können.

FRAGEBOGEN

Die Anwohner wurden mittels Fragebogen befragt, in den hier ein kurzer Einblick gegeben wird. Über die vier Studien hinweg wurde ein Teil identischer Akzeptanz- und Stressmaße erhoben, basierend auf sozial- und stresspsychologischen Konzepten^{18, 20, 21, 22, 23}. Einige Beispielfragen bzw. Aussagen (= Items) zur Veranschaulichung: Die Einstellung zum lokalen Windpark sowie zur Windenergienutzung allgemein wurde über mehrere Adjektivpaare erfragt. So gaben die Anwohner z. B. an, wie gut oder schlecht sie die lokalen WEA fanden, von »sehr schlecht« (-3) bis »sehr gut« (+3). Der Mittelwert über die Antworten bildete die Einstellung ab. Zusätzlich wurden Überzeugungen zu Vor- und Nachteilen der WEA erhoben, hinsichtlich des Klimaschutzbeitrags und Heimatgefühls sowie der Immobilienpreise und Lebensqualität.

Um die generelle Wirkung der WEA zu erfassen, schätzten die Anwohner fünf Aussagen (z. B. »Ich fühle mich durch den Windpark gestört.«) auf einer Skala von »gar nicht« (0) bis »sehr« (4) ein. Diese Skala wurde ebenfalls verwendet, um die Belästigung durch verschiedene WEA-Immissionen (z. B. Geräusche, Hinderniskennzeichnung) zu erfassen.

Erfasst wurden auch psychische und körperliche Symptome aufgrund der WEA-Immissionen, z. B. beeinträchtigte Leistungsfähigkeit oder Schlafprobleme.

Abgefragt wurde auch, wie häufig die jeweiligen Beschwerden auftraten (»nie« (0) bis »etwa täglich« (4)). Eine Person wurde dann als stark belästigt klassifiziert, wenn sie mindestens a) durch eine Immission mittelstark belästigt war und b) ein durch diese verursachtes Symptom angab, das mindestens einmal im Monat auftrat.

Erfragt wurden zusätzlich mehrere Faktoren, welche die Akzeptanz und Belästigung beeinflussen können, z. B. eine finanzielle Beteiligung, Sichtbarkeit der WEA von der Wohnung aus oder allgemeine Belastungen während der Planungs- und Bauphase des Windparks.

STATISTISCHE VERFAHREN UND BESCHREIBUNG DER ERGEBNISSE

Mittels statistischer Verfahren wurden Unterschiede (z. B. zwischen den vier Stichproben) und Zusammenhänge (z. B. zwischen Abstand und Akzeptanz) analysiert. Berichtet werden Mittelwerte, beschrieben wird jeweils der Skalenbereich, in dem ein Mittelwert liegt. Zusammenhänge wurden mittels Korrelationen untersucht. Korrelationskoeffizienten (r) können Werte zwischen ± 1 annehmen. Ein Zusammenhang gilt hier erst dann als bedeutsam, wenn die Korrelation mindestens $\pm .30$ beträgt, ein Wert von ± 1 würde einen maximalen Zusammenhang beschreiben²⁴.

Berichtet werden ebenfalls absolute und relative Häufigkeiten (%-Werte). Interessierten bietet der Anhang weitere Informationen zu den statistischen Prüfverfahren, ausführliche die Forschungsberichte und Veröffentlichungen zu den vier Studien.

3 Einstellungen

Abb. 1: Einstellungen zur Windenergie allgemein und vor Ort



Über die vier Studien hinweg sind die Ergebnisse einheitlich: Durchschnittlich bewerteten die befragten Anwohner sowohl die Windenergie allgemein als auch die lokalen Anlagen positiv. Zwar schwanken die Ausprägungen zwischen den Studien von gering bis mittelstark positiv (Abb. 1), auch werden die lokalen WEA etwas weniger positiv bewertet. Aber in keinem Fall liegen die durchschnittlichen Einstellungen im negativen Bereich.

Die Schattenwurf-Studie ist in Abb. 1 nicht enthalten, da damals eine andere Skala verwendet wurde. Doch bereits in der älteren Studie zeigten sich auch hier sehr positive Einstellungen gegenüber der Windenergie allgemein sowie geringfügig positive zu den lokalen WEA.

Hervorzuheben ist der enge Zusammenhang zwischen den Einstellungen zur Windenergie allgemein und den lokalen WEA: In der Schattenwurf-Studie korrelierten sie mittelstark ($r = .43$), stark in den drei aktuellen Studien, von $r = .78$ (HK-Studie) und $r = .83$ (Geräusch-Studie) bis nahezu völliger Übereinstimmung in der Schweiz-Studie ($r = .94$). Anders formuliert: wer positiv zur Windenergie eingestellt ist, ist dies auch eher gegenüber den Anlagen vor Ort. Damit ist die immer wieder zu hörende Annahme, Anwohner würden nur die Windenergie allgemein befürworten, aber nicht in ihrem Ort (bezeichnet als »NIMBY«, Not In My Back Yard), zumindest im Fall bereits installierter Anlagen empirisch nicht haltbar.

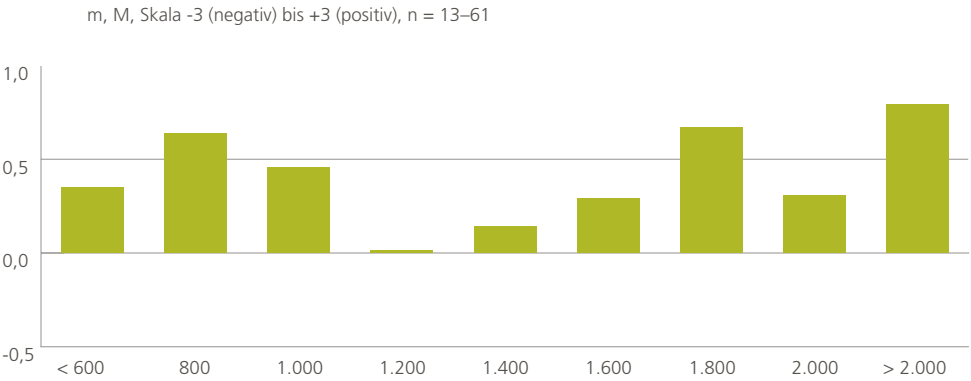
Auch hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen der Akzeptanz und dem Abstand sind die Ergebnisse einheitlich und stimmen mit internationalen Studien⁴ überein – es zeigt sich kein bedeutsamer Zusammenhang, weder bei der Windenergie allgemein noch vor Ort, denn alle Korrelationen liegen deutlich unter $\pm .30$ (Tab. 2).

Ein weiteres Indiz für einen Zusammenhang wäre, wenn die Einstellung mit zunehmenden Abstand kontinuierlich positiver werden würde. Dies ist jedoch in keiner der Studien der Fall, wie anhand der HK-Studie beispielhaft in Abb. 2 dargestellt: In keinem Abstandsbereich ist die durchschnittliche Einstellung negativ, im Bereich von 800 m vergleichbar positiv wie in 1.800 m und in mehr als 2.000 m Abstand. Die Anzahl Befragter pro Abstandsbereich (n) schwankt. Das Ergebnismuster ist über die vier Studien aber konstant und erlaubt so verlässliche Schlussfolgerungen.

Tab. 2: Pearson-Korrelationen zwischen Einstellung und Entfernung zur nächsten WEA

Einstellung	Schattenwurf-Studie	HK-Studie	Geräusch-Studie	Schweiz-Studie
Windenergie allgemein	-.02	-.10	.15	-.01
lokale WEA	.03	-.02	.18	.02

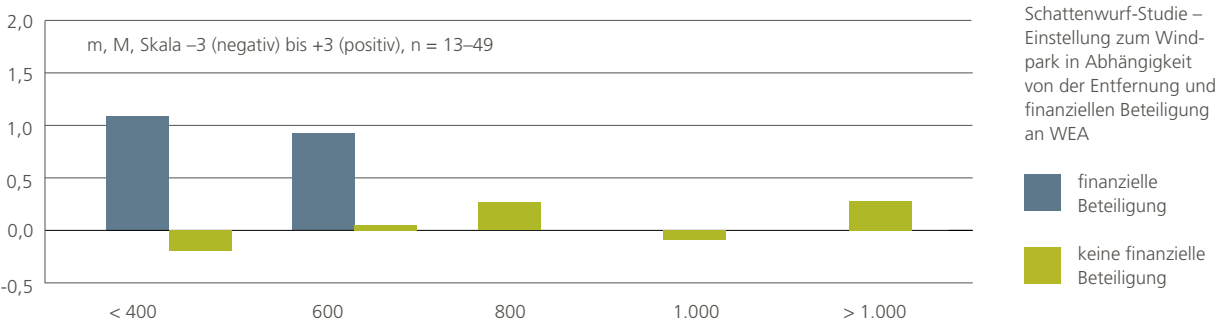
Abb. 2: HK-Studie Einstellung zum lokalen Windpark nach Entfernung



Die Schattenwurf-Studie zeigte, dass nicht der Abstand, sondern eine finanzielle Beteiligung in Zusammenhang mit der Akzeptanz stand: Auch im Nahbereich war die durchschnittliche Einstellung bei finanziell Beteiligten positiv, aber negativ bei Nicht-Beteiligten

(Abb. 3). Der positive Zusammenhang zwischen finanziellen Vorteilen und der Akzeptanz wurde durch neuere Studien bestätigt^{24, 25}. In den hier betrachteten Studien waren zu wenige Anteilseigner einbezogen, um eine entsprechende Analyse durchzuführen.

Abb. 3: Schattenwurf-Studie Einstellung zum lokalen Windpark nach Entfernung



Schattenwurf-Studie – Einstellung zum Windpark in Abhängigkeit von der Entfernung und finanziellen Beteiligung an WEA

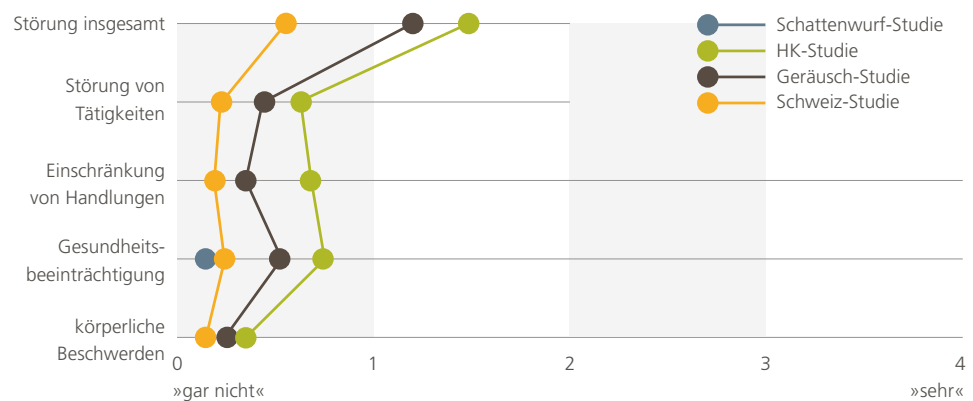
- finanzielle Beteiligung
- keine finanzielle Beteiligung

4 Generelle Beeinträchtigung durch WEA

Immer wieder werden Bedenken über gesundheitliche Wirkungen von WEA laut. Um diesen Bedenken empirisch nachzugehen, fragten wir die Anwohner zunächst direkt danach, ob und wie stark sie sich durch die lokalen WEA gestört und beeinträchtigt fühlen. Über die vier Studien hinweg fühlten sich die Anwohner durch die WEA nur in geringem Ausmaß gestört oder bei Tätigkeiten eingeschränkt (Abb 4).

Abb. 4: Mittelwerte der generellen Beeinträchtigung durch WEA

Anmerkungen:
In der Schattenwurf-Studie wurde nur die Gesundheitsbeeinträchtigung erfasst.



Auch die Auswirkungen auf die Gesundheit schätzten die Anwohner insgesamt niedrig ein. Die Anwohner der Schweiz schätzten die generelle Belästigung insgesamt als am geringsten ein. Warum dies so ist, ist eine offene Frage: Möglicherweise könnte hier die Topographie eine Rolle spielen. Festzuhalten ist zunächst die übereinstimmend insgesamt als gering eingeschätzte generelle Beeinträchtigung.

Hervorzuheben ist auch, dass die Störung insgesamt etwas höher eingeschätzt wurde als konkrete Beeinträchtigungen, z. B. der Gesundheit und noch genauer, körperliche Beschwerden.

Im nächsten Schritt prüften wir den Zusammenhang zwischen der generellen Beeinträchtigung und dem Abstand. Wie bereits im Kapitel zuvor zeigten sich auch hier schwache Korrelationen, die zwischen $\pm .03$ und $\pm .17$ lagen. Anders formuliert:

Ein bedeutsamer Zusammenhang zwischen dem Abstand und der generellen Beeinträchtigung durch WEA zeigt sich in keiner der Studien. Auch wurde dieses Ergebnis durch eine aktuelle internationale Studie bestätigt ⁶.

Im folgenden Kapitel 5 werden die Wirkungen einzelner WEA-Immissionen genauer analysiert. Ob und wie viele körperliche oder psychische Beschwerden in Zusammenhang mit WEA und dem Wohnabstand stehen, wird anschließend in Kapitel 6 dargestellt.



Windenergieanlagen um Egel, Sachsen-Anhalt: Spaziergänge durch moderne Kulturlandschaften werden zum Alltag.

5 Belästigung durch WEA-Immissionen

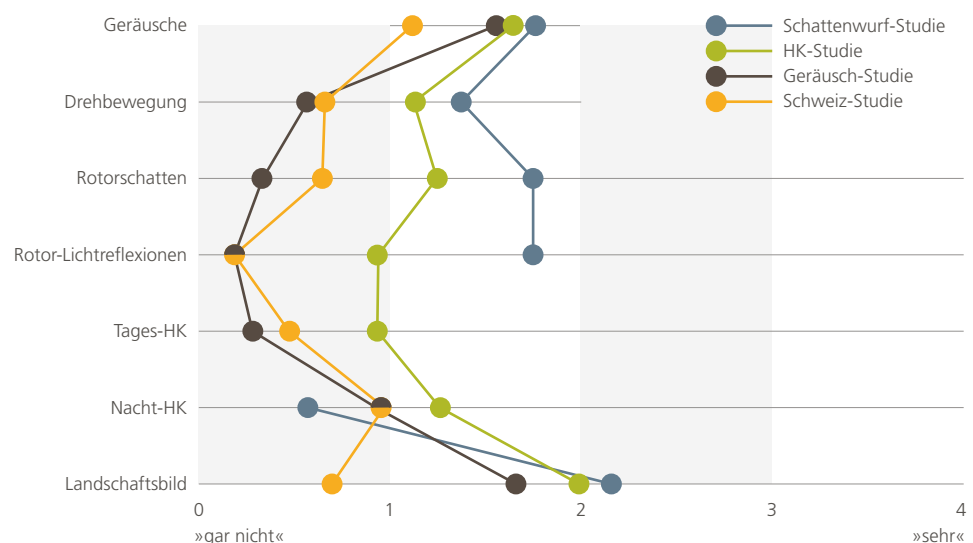
Um mögliche Belästigungen durch WEA differenziert zu analysieren, wurden die Anwohner um Angaben gebeten zu den spezifischen Immissionen, von Geräuschen über Rotorschatten bis zur Hinderniskennzeichnung. Auch hier sind die Befunde einheitlich: Nach den Erfahrungen der Anwohner geht im Durchschnitt keine starke Belästigung von den WEA aus. Wie in Abb. 5 dargestellt, fühlten sich die Anwohner relativ am stärksten belästigt durch die WEA-Geräusche und die WEA im Landschaftsbild. Aber auch diese Mittelwerte liegen im Bereich zwischen »gering« und »mittelmäßig«. In Abb. 5 sind die einzelnen Mittelwerte verbunden, um die Ergebnisse der einzelnen Studien leichter im Sinne eines Wirkungsprofils erfassen zu können.

Interessant sind die Unterschiede zwischen der älteren Schattenwurf-Studie und den drei aktuellen Studien: Im Vergleich gaben die Anwohner in der Schattenwurf-Studie

noch relativ stärkere Belästigungen an; sämtliche Mittelwerte bis auf die Nacht-HK sind in den aktuellen Studien statistisch bedeutsam geringer. Damals kam es z. B. noch zu Lichtreflexionen des Rotors, da kaum matte Farbanstriche verwendet wurden. Wegen der geringeren Gesamthöhen wurden nur selten Hinderniskennzeichnungen verbaut. Vor allem gab es die Schattenwurf-Richtlinie noch nicht – die erst nach Publikation der Schattenwurf-Studie eingeführt wurde. Besonders deutlich werden die Veränderungen bei der Belästigung durch Lichtreflexionen, die inzwischen als überwunden gelten. Ebenfalls sind Sorgen um möglichen Eisabwurf nicht mehr von Bedeutung – auf deren Darstellung wurde daher verzichtet. Die Fortschritte der Anlagentechnik und rechtliche Neuerungen wie die Schattenwurf-Richtlinie dürften zur relativen Verminderung der Belästigungen beigetragen haben, die trotz der größeren WEA-Höhen in den aktuellen Studien geringer ausfielen.

Abb. 5: Mittelwerte der Belästigung durch WEA-Immissionen

Anmerkungen:
Der Wert für Tages-HK wurde in der Schattenwurf-Studie nicht erhoben.



Zur Abstandsdebatte: Auch bei einer nach Immissionen differenzierten Analyse fand sich kein bedeutsamer Zusammenhang zwischen dem Abstand und der Belästigung. Denn die Korrelationen zwischen dem Abstand und der Belästigung durch die Geräusche und anderen Immissionen fielen schwach aus, sie lagen zwischen $\pm .01$ und $\pm .23$.

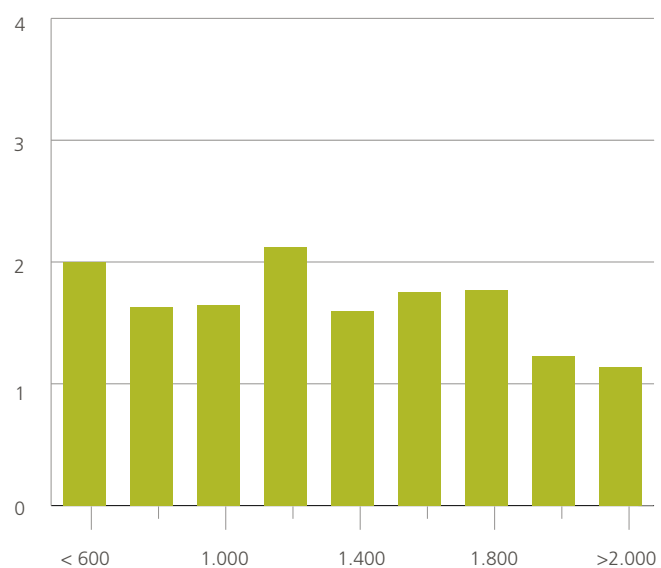
In keiner der vier Studien zeigte sich ein Abstandswert, ab dem mindestens eine Belästigung deutlich und stabil niedriger ist als bei kleineren Abständen, exemplarisch dargestellt am Beispiel der Geräuschbelästigung der HK-Studie (Abb. 6). Auf den ersten Blick scheint hier zwar die Geräuschbelästigung bei einer Entfernung ab 2.000 m leicht abzunehmen – aber der Unterschied ist nicht systematisch, z. B. unterscheidet sich die Belästigung zwischen 800 m, 1.000 m und ab 2.000 m nicht bedeutsam. Zu weiteren Auswertungen sei auf die Forschungsberichte der Studien verwiesen.

Während der Abstand keinen nachweisbaren Einfluss auf die Belästigung hatte, zeigten sich sowohl in den vier eigenen sowie internationalen Studien andere Einflussfaktoren: Wer finanziell beteiligt ist, empfindet die WEA im Landschaftsbild oder die Geräusche weniger störend^{3, 14, 26, 27, 28}. Ebenso wurde in der Schweiz-Studie ein bekannter Befund bestätigt^{2, 3, 27, 15}: Wer Sicht auf WEA hat, fühlt sich stärker durch deren Geräusche belästigt als Personen, die die Anlagen nicht sehen – und zwar unabhängig vom Abstand⁹. Und je mehr Anlagen gesehen wurden, desto stärker war die Geräuschbelästigung¹⁵.



Hinderniskennzeichnung einer Windenergieanlage

Abb. 6: Belästigung in Abhängigkeit von der Entfernung zur WEA



HK-Studie – Belästigung durch WEA-Geräusche in Abhängigkeit von der Entfernung (m, M, Skala 0 »gar nicht« bis 4 »sehr«, n = 13 bis 60)

6 Häufigkeit stark Belästigter

In den Kapiteln 4 und 5 wurden die durchschnittlichen Belästigungen durch WEA betrachtet. Eine weitere wichtige Größe, um die Auswirkungen von WEA beurteilen zu können, ist der Anteil stark Belästigter. Anwohner werden dann als stark belästigt klassifiziert, wenn sie sich a) durch mindestens eine WEA-Immission zumindest mittelstark belästigt fühlen und b) zusätzlich mindestens ein körperliches oder psychisches Symptom berichten, welches sie den WEA zuschreiben. Zudem sollte das Symptom wenigstens einmal pro Monat aufgetreten sein.

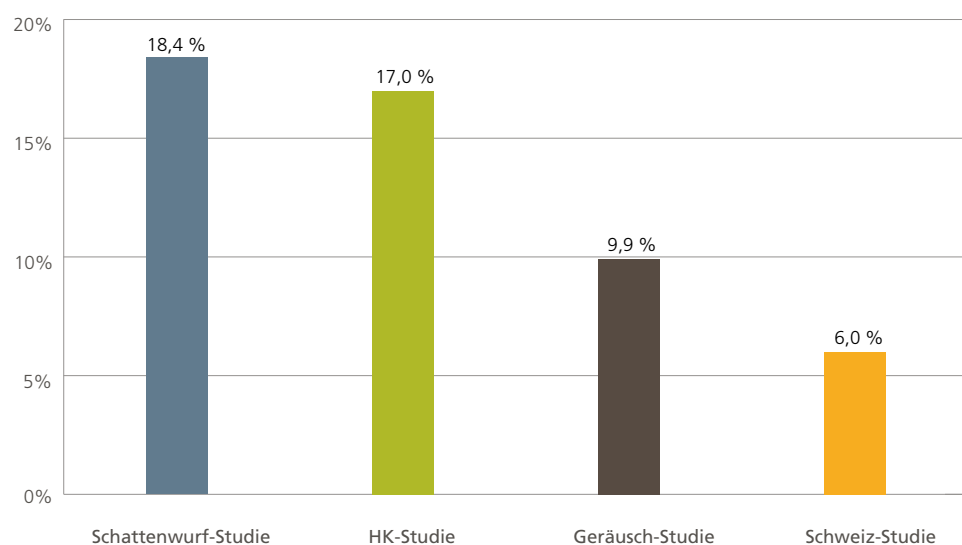
Zunächst machen die Ergebnisse klar – es gibt Anwohner, die durch die WEA in ihrer Nachbarschaft stark belästigt sind, insbesondere durch Geräusche. Ihre Klagen sind daher ernst zu nehmen. Gleichzeitig wird die relativ geringe Anzahl Betroffener deutlich.

Über die vier Studien schwankt ihr Anteil zwischen 6 und 18 Prozent (Abb. 7). Zum Vergleich: In der Geräusch-Studie klagten mehr Anwohner über Beschwerden aufgrund des Verkehrslärms (16 %) als aufgrund der WEA-Geräusche (9,9 %); in anderen Studien wurden bisher keine Verkehrslärm-Symptome zum Vergleich erhoben.

Am häufigsten waren die Anwohner der Schattenwurf-Studie stark belästigt – erst danach wurde die Schattenwurfrichtlinie eingeführt, nach der eine WEA abgeschaltet werden muss, wenn sie mehr als acht reale Stunden im Jahr und 30 Minuten am Tag Schatten auf ein Grundstück wirft.

Insgesamt sprechen die geringen Problemfälle für die Wirksamkeit der bisherigen Immissionsschutzrichtlinien.

Abb. 7: Häufigkeit stark belästigter Anwohner



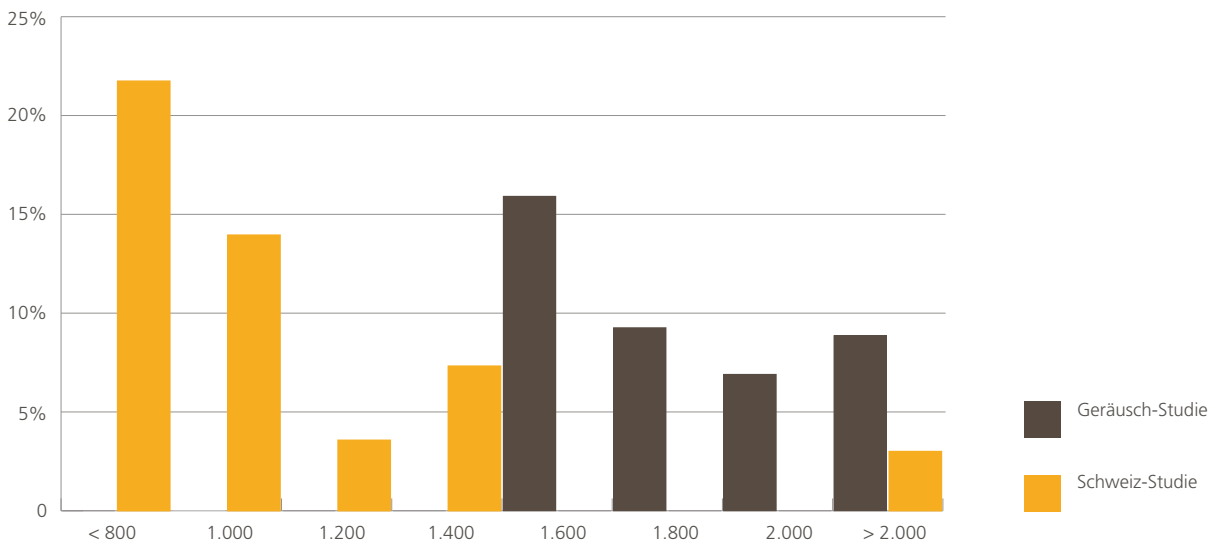
Wenn ein bedeutsamer Zusammenhang zwischen dem Abstand und der Belästigung bestünde, wäre eine kontinuierliche Abnahme starker Belästigung bei zunehmender Entfernung zu erwarten. Doch die Analyse zeigt: In keiner der vier Studien war ein bedeutsamer Zusammenhang zu finden. Die Korrelationskoeffizienten sind wiederum jeweils klein (max. $r = \pm .18$). Die Darstellung der stark durch WEA-Geräusche Belästigten verdeutlicht dieses Ergebnis, beispielhaft anhand der Geräusch-Studie und der Schweiz-Studie (Abb. 8): nimmt in der Schweiz-Studie die Anzahl stark Belästigter bis 1.600 m ab, steigt aber bei Abständen größer 2.000 m wieder an. In der Geräusch-Studie zeigten sich auch bei größeren Abständen ab 1.400 m stark geräuschbelästigte Anwohner. Ebenfalls finden sich keine bedeutenden Zusammenhänge zwischen dem Abstand und körperlichen Beschwerden²⁹. Die Studienergebnisse machen deutlich, dass die Belästi-

gung nicht kontinuierlich mit dem Abstand abnimmt. Entsprechend lässt sich keine klare Abstandsempfehlung ableiten, nach der eine starke Belästigung in Einzelfällen ausgeschlossen wäre.

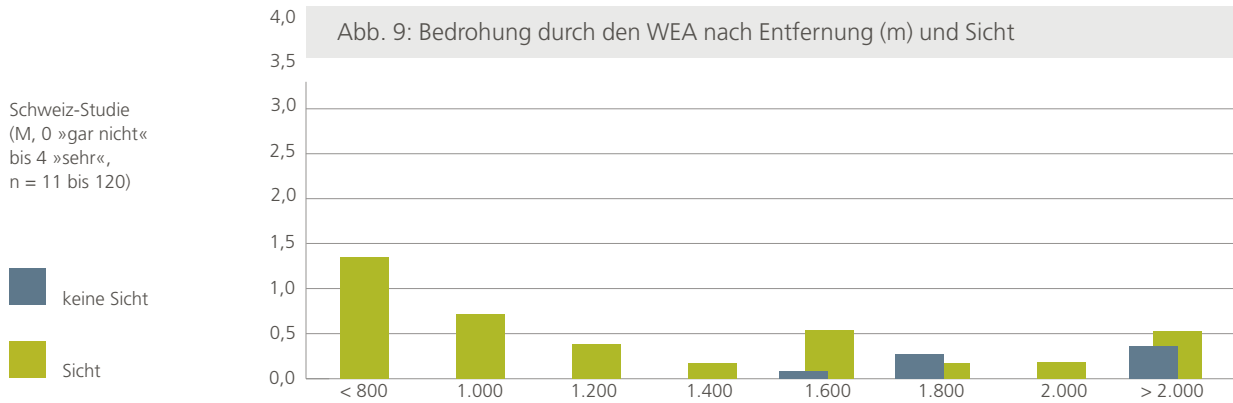
Die starke Belästigung kann nicht mit dem Abstand erklärt werden. Andere Faktoren scheinen hier relevanter zu sein: Stark Belästigte hatten häufiger Sicht auf die Anlagen, waren häufiger im Vorfeld gegen die WEA aktiv und erlebten den Planungs- und Bauprozess als belastender.

In soziodemographischen Variablen wie Alter und Geschlecht sowie Wohndauer unterschieden sie sich dagegen nicht^{10, 15}. Zu den Chancen und Grenzen einer frühzeitigen Bürgerbeteiligung liegt umfangreiche Literatur vor, Hinweise dazu finden sich im Anhang.

Abb. 8: Prozentsatz stark durch WEA-Geräusche Belästigter nach Entfernung (m)

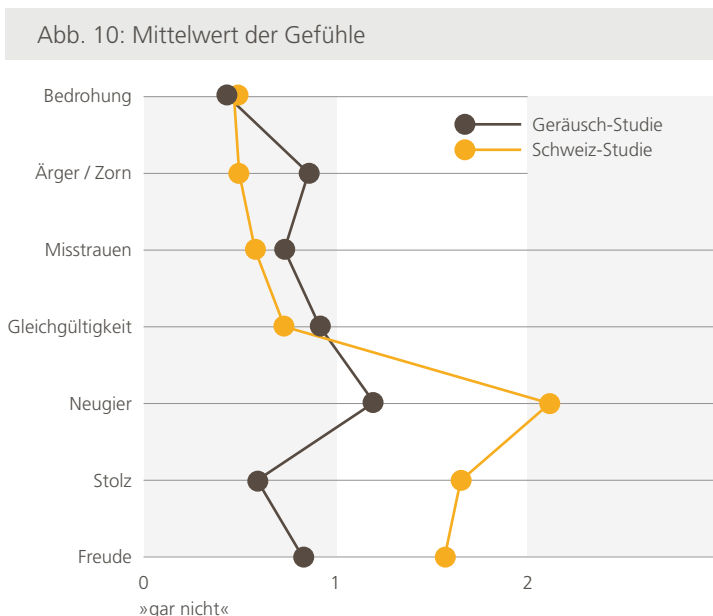


7 Gefühle



Die Akzeptanz von WEA drückt sich auch in Gefühlen aus, die menschliches Verhalten wesentlich steuern können. In den beiden aktuellsten Studien wurden die Gefühle gegenüber den lokalen WEA erhoben. Obwohl die Anwohner gegenüber den WEA kaum gleichgültig waren, waren sowohl positive wie negative Gefühle durchschnittlich schwach ausgeprägt, in der Schweiz-Studie waren die positiven Gefühle stärker als die

negativen (Abb. 10). Das stärkste Gefühl jeweils war die Neugier. Nur wenn sich Anwohner stark belästigt fühlten, waren negative Gefühle stärker ausgeprägt – selbst in diesen Fällen nicht extrem¹⁵. Auch diese Ergebnisse sprechen für eine Akzeptanz der lokalen WEA. Hinsichtlich der Gefühle zeigte sich kein bedeutsamer Zusammenhang mit dem Wohnabstand (keine Korrelation höher als $r = \pm .15$).



Diese Ergebnisse sind hinsichtlich der sogenannten optischen Bedrängung durch WEA interessant. Ein Phänomen, welches bislang von Juristen diskutiert und interpretiert wird, ist als erlebte Bedrohung empirisch erfassbar. Die Anwohner schätzten die WEA durchschnittlich nicht als bedrohlich ein. Die schon bei unter 800 m Abstand gering ausgeprägte Bedrohung bei Anwohnern mit Sicht auf WEA nimmt in der Schweiz-Studie mit zunehmendem Abstand weiter ab (Abb. 9). Aufgrund der geringen Bedrohung scheint die Relevanz von Empfehlungen hier nicht gegeben.

8 Erlebte Vor- und Nachteile der WEA

Der positive Beitrag der lokalen WEA zum Klimaschutz und zur Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern war unter den Anwohnern unstrittig (Abb. 11; in der Schattenwurf-Studie nicht erhoben).

Als gering stuften die Anwohner die Auswirkungen der WEA auf das Heimatgefühl, die Immobilienpreise (Abb. 12) sowie die Lebensqualität ein (Abb. 13).

Die Veränderungen wurden im Durchschnitt zwar nicht als positiv, aber auch nur als geringfügige Verschlechterung erlebt. Anders formuliert: Die WEA führten nach Einschätzung der Anwohner jeweils kaum zu Veränderungen. Übereinstimmend mit den vorhergehenden Analysen zeigte sich kein bedeutsamer Zusammenhang mit dem Wohnabstand (keine Korrelation höher als $r = \pm .16$).

Abb. 11: Beitrag der lokalen WEA (M)

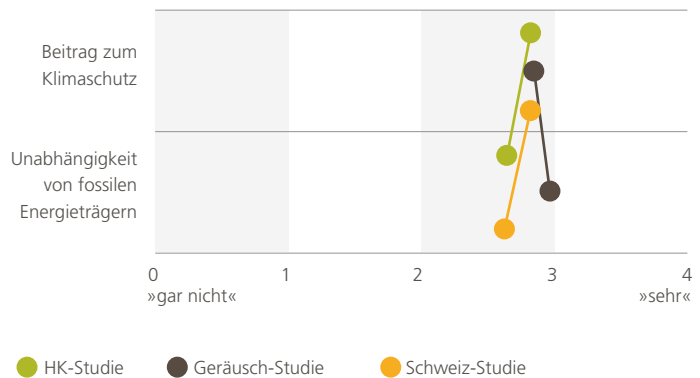


Abb. 12: Veränderungen Heimatgefühl und Immobilienpreise (M)

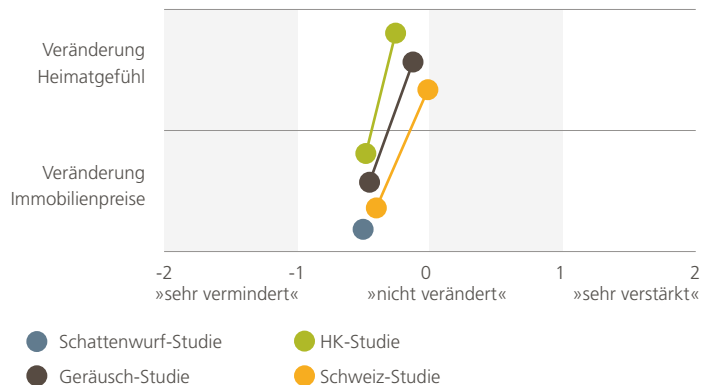
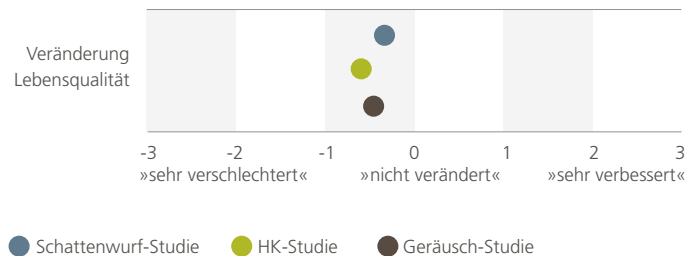


Abb. 13: Veränderungen Lebensqualität (M)



9 Akzeptanzfaktoren

Wie in den bisherigen Kapiteln dargestellt, finden sich keine bedeutsamen Zusammenhänge zwischen der Einstellung, der erlebten Belästigung und dem Wohnabstand. Die Akzeptanz wie auch das Ausmaß der Belästigung hängen wie erwähnt vielmehr mit anderen Faktoren zusammen, wie der finanziellen Beteiligung^{14, 24, 25}, die zu positiverer Einstellung und geringerer Belästigung beiträgt. Andererseits nimmt die Belästigung zu, wenn die WEA von der Wohnung oder dem Grundstück aus gesehen werden können – vermutlich, weil

sich die WEA so immer wieder in Erinnerung bringen. Dieses abschließende Kapitel bietet einen Überblick über die ermittelten Akzeptanzfaktoren. Deutlich wird bei einer Einzelbetrachtung der Zusammenhänge (Tab. 3): Die Akzeptanz der lokalen WEA ist vor allem mit der »Belastung durch« bzw. der »Zufriedenheit mit der Planungs- und Bauphase« sowie mit den Belästigungen durch Immissionen verbunden. Die starken Zusammenhänge sind in Tabelle 3 hervorgehoben. Korrelationen, die statistisch nicht signifikant waren, sind grau gehalten.

Tabelle 3: Korrelation zwischen Akzeptanzfaktoren und Einstellung zu lokalen WEA

	Schattenwurf-Studie	HK-Studie	Geräusch-Studie	Schweiz-Studie
Sichtbarkeit WEA	-.20	-.16	-.35	-.34
Belastung durch Planungs- und Bauphase	kein Item	-.53	-.58	-.61
Zufriedenheit mit der Planungs- und Bauphase	.48	kein Item	.57	.67
finanzielle Beteiligung	.35			
Abstand zur nächsten WEA	.03	-.02	.18	.02
Geräuschbelästigung	-.65	-.67	-.71	-.75
Belästigung durch Windpark im Landschaftsbild	-.64	-.72	-.73	-.74
Belästigung durch Tageskennzeichnung	kein Item	-.58	-.46	-.60
Belästigung durch Nachtkennzeichnung	-.41	-.59	-.58	-.71

Anmerkungen: starke Zusammenhänge sind fett hervorgehoben, nicht signifikante sind grau dargestellt; kein Item = Item wurde nicht erhoben; finanzielle Beteiligung Schattenwurf-Studie: 18,8 %, in den drei anderen Studien zu gering (3,8 % bis 5,0 %)



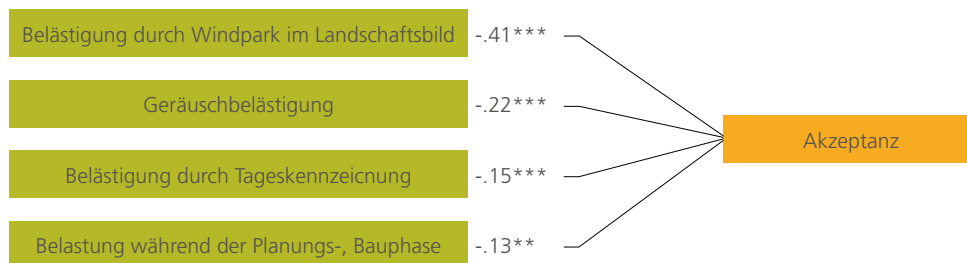
Die Belastung in der Bauphase kann wichtiger Akzeptanzfaktor sein.

Rotorblatt-Montage an einer WEA

Abschließend werden die Akzeptanzfaktoren gemeinsam zur Vorhersage der Einstellung zu den lokalen WEA herangezogen, am Beispiel der HK-Studie. Berücksichtigt man die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Akzeptanzfaktoren, zeigt sich nun ein etwas verändertes Bild: Nur vier der Faktoren tragen signifikant zur Aufklärung der Akzeptanz bei (Abb. 14).

Die Beeinträchtigung des Landschaftsbilds durch WEA hat den relativen stärksten Einfluss auf die Akzeptanz, gefolgt von der Geräuschbelästigung sowie den Belastungen durch die Tageskennzeichnung und die Belastung durch die Planungs- und Bauphase. Nach den bisherigen Ausführungen kaum überraschend zeigt sich auch hier kein bedeutsamer Einfluss des Wohnabstands.

Abb. 14: HK-Studie – Vorhersage der Einstellung zu lokalen WEA



Anmerkungen: N = 360; ** p < .01, *** p < .001, R² = .61, R²adj. = .60, F(4, 355) = 135.66, p < .001; Effektstärke f² = 1.50 (große Effektstärke)

10 Zusammenfassung der Ergebnisse



Verschiedene Lärmquellen können belästigend sein.

1. Die vergleichende Auswertung der vier Studien – mit mehr als 1.300 Anwohnern von mehr als 20 WEA-Standorten – sowie einige internationale Studien zeigen übereinstimmend: Ein bedeutsamer Zusammenhang mit dem Abstand lässt sich weder für die Akzeptanz noch für die Stresswirkungen von WEA nachweisen, wenn der geltende Immissionsschutz eingehalten wird. Die Aussage, mit steigendem Abstand nähme die Akzeptanz zu oder die Belästigung ab, lässt sich empirisch nicht stützen.

2. Es gibt keinen Hinweis, dass ab einem bestimmten Abstand die Akzeptanz deutlich positiv bleibt und keine Beeinträchtigungen mehr nachweisbar sind. Dieses Ergebnis mag zunächst kontraintuitiv erscheinen. Die Erklärung liegt in den bestehenden Immissionsschutzrichtlinien, die offensichtlich bereits zu einem ausreichenden Abstand von WEA zu Wohnbebauungen führen. Sie legen Richtwerte für zulässige Geräuschpegel und Schattenwurfdauer fest, aus denen sich u. a. der einzuhaltende Abstand ergibt.

3. Über die vier Studien hinweg fühlten sich die Anwohner durch die WEA durchschnittlich nur in geringem Ausmaß gestört oder bei Tätigkeiten eingeschränkt. Wenn, dann stören am meisten die WEA-Geräusche sowie die Sichtbarkeit in der Landschaft.

4. Es gibt Anwohner, die stark durch die WEA in ihrem Umfeld belästigt sind. Dies betrifft allerdings nur einen relativen kleinen Anteil der Anwohner, der zwischen 6 bis 18 Prozent schwankt. Da diese Personen Symptome berichten, die in Zusammenhang mit den WEA stehen, sollten ihre Sorgen und Beschwerden ernst genommen werden. Eine weitere Verbesserung der WEA-Technologie, z. B. durch geräuschkindernde Maßnahmen, ist wünschenswert.

5. Statt mit dem Abstand hängen die Akzeptanz und erlebte Belästigung mit anderen Faktoren zusammen: Eine finanzielle Beteiligung an Windenergieprojekten kann die Akzeptanz erhöhen und Belästigungen vermindern. Andererseits nimmt die Belästigung zu, wenn WEA von der Wohnung aus gesehen werden können.

6. Vor allem scheint der Planungsprozess entscheidend: Wer den Planungs- und Bauprozess als positiv erlebte, akzeptierte die WEA stärker und fühlte sich durch deren Immissionen weniger oder gar nicht belästigt. Es reicht nicht aus, Anwohner durch Information überzeugen zu wollen, sondern eine frühzeitige Beteiligung mit realem Gestaltungsspielraum ist gefragt.

7. Hervorzuheben ist der enge Zusammenhang zwischen den Einstellungen der Anwohner zur Windenergie allgemein und den lokalen WEA: Wer positiv zur Windenergie eingestellt war, war es auch eher gegenüber den Anlagen vor Ort. Zumindest im Fall von bereits installierten WEA wird

damit die NIMBY-These empirisch widerlegt, Anwohner würden zwar die Windenergie allgemein befürworten, aber nicht in ihrem Ort. Anwohnerbedenken spiegeln vielmehr ernsthafte Sorgen wider, denen auf Augenhöhe begegnet werden sollte.

8. Die Ergebnisse sind auch hinsichtlich der sogenannten »optischen Bedrängung« durch WEA interessant, welche über eine juristische Interpretation hinausgehend empirisch erfassbar wird: Unabhängig vom Abstand zur Wohnbebauung wurden in den vier Studien die WEA von Anwohnern kaum als bedrohlich eingeschätzt.

9. Die vorliegenden Ergebnisse betonen die Bedeutung einer frühzeitigen, informellen Bürgerbeteiligung. Bürger sind die »lokalen Experten«, sie kennen ihre Heimat. Ihre Bedenken und Einwände können Innovationen stimulieren – wie vor Jahren die Einführung der Schattenwurfrichtlinie oder technische Entwicklungen zur Geräuschkürzung von WEA. Auch informelle Beteiligung zu ermöglichen, löst nicht alle Probleme. Aber ohne Beteiligung dürften Probleme wahrscheinlicher werden.

11 Literatur

- 1 **Pedersen, E. & Persson Waye, K. (2004).** Perception and annoyance due to wind turbine noise – a dose response relationship. *Journal of the Acoustical Society of America*, 116, 3460-3470.
 - 2 **Pedersen, E. & Persson Waye, K. (2007).** Wind turbine noise, annoyance and self-reported health and well-being in different living environments. *Occupational and Environmental Medicine*, 64, 480–486.
 - 3 **Pedersen, E., van den Berg, F., Bakker, R. & Bouma, J. (2009).** Response to noise from modern wind farms in the Netherlands. *Journal of the Acoustical Society of America*, 126, 636–643.
 - 4 **Jacquet, J. B. (2012).** Landowner attitudes toward natural gas and wind farm development in northern Pennsylvania. *Energy Policy*, 50, 677–688.
 - 5 **Kaliski, K. & Neeraj, G. (2013).** Prevalence of complaints related to wind turbines in northern New England. In *Acoustical Society of America* (ed.). *Proceedings of Meetings on Acoustics*, Vol. 19. Melville: Acoustical Society of America.
 - 6 **Magari, S. R., Smith, C. E., Schiff, R. & Rohr, A. C. (2014).** Evaluation of community response to wind turbine-related noise in western New York State. *Noise & Health*, 16, 228-239.
 - 7 **Nissenbaum, M. A., Aramini, J. J. & Hanning, C. D. (2012).** Effects of industrial wind turbine noise on sleep and health. *Noise & Health*, 14, 237-243.
 - 8 **Swofford, J. & Slattery, M. (2010).** Public attitudes of wind energy in Texas: Local communities in close proximity to wind farms and their effect on decision making. *Energy Policy*, 38, 2508–2519.
 - 9 **Hübner, G. & Löffler, E. (2013).** Wirkungen von Windkraftanlagen auf Anwohner in der Schweiz: Einflussfaktoren und Empfehlungen. Halle (Saale): Institut für Psychologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
 - 10 **Hübner, G. & Pohl, J. (2010).** Akzeptanz und Umweltverträglichkeit der Hinderniskennzeichnung von Windenergieanlagen. Abschlussbericht zum BMU-Forschungsvorhaben (FKZ: 03MAP134). Halle (Saale): Institut für Psychologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
 - 11 **Pohl, J., Hübner, G. & Mohs, A. (2012).** Acceptance and stress effects of aircraft obstruction markings of wind turbines. *Energy Policy*, 50, 592–600.
 - 12 **Johansson, M. & Laike, T. (2007).** Intention to respond to local wind turbines: The role of attitudes and visual perception. *Wind Energy*, 10, 435–451.
 - 13 **Pawlaczyk-Luszczynska, M., Dudarewicz, A., Zaborowski, K., Zamojska, M. & Waszkowska, M. (2013).** Assessment of annoyance due to wind turbine noise. In *Acoustical Society of America* (ed.). *Proceedings of Meetings on Acoustics*, Vol. 19. Melville: Acoustical Society of America.
 - 14 **Pohl, J., Faul, F. & Mausfeld, R. (1999).** Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen. Kiel: Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
 - 15 **Pohl, J., Gabriel, J. & Hübner, G. (2014).** Untersuchung der Beeinträchtigung von Anwohnern durch Geräuschemissionen von Windenergieanlagen und Ableitung übertragbarer Interventionsstrategien zur Verminderung dieser. Halle (Saale): Institut für Psychologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
 - 16 **Warren, C. R., Lumsden, C., O'Dowd, S. & Birnie, R. V. (2005).** 'Green on Green': Public perceptions of wind power in Scotland and Ireland. *Journal of Environmental Planning and Management*, 48, 853–875.
-

- 17 Wolsink, M., Sprengers, M., Keuper, A., Pedersen, T. H. & Westra, C. A. (1993).** Annoyance from wind turbine noise on sixteen sites in three countries. Lübeck, Travemünde: Proceedings of the European Community Wind Energy Conference, March 8–12, pp. 273–276.
- 18 Hübner, G. (2012).** Die Akzeptanz Erneuerbarer Energien. In F. Ekardt, B. Hennig & H. Unnerstall (Hrsg.), *Erneuerbare Energien – Ambivalenzen, Governance, Rechtsfragen* (S. 105–127). Marburg: Metropolis.
- 19 Schuitema, G. & Bergstad, C. J. (2012).** Acceptability of environment policies. In L. Steg, A. E. van den Berg & J. I. M. de Groot (eds.), *Environmental psychology: An introduction* (pp. 255–266). Chichester: Wiley-Blackwell.
- 20 Baum, A., Singer, J. E. & Baum, C. S. (1984).** Stress and the environment. In: G. W. Evans (ed.), *Environmental stress* (pp. 15–44). Cambridge: Cambridge University Press.
- 21 Bell, P. A., Fisher, J. D., Baum, A. & Greene, T. C. (1990).** *Environmental psychology* (3rd ed.). Ford Worth: Holt, Rinehart and Winston.
- 22 Janke, W. & Wolffgramm, J. (1995).** Biopsychologie von Streß und emotionalen Reaktionen: Ansätze interdisziplinärer Kooperation von Psychologie, Biologie und Medizin. In G. Debus, G. Erdmann & K.W. Kallus (Hrsg.), *Biopsychologie von Streß und emotionalen Reaktionen* (S. 293–347). Göttingen: Hogrefe.
- 23 Lazarus, R. S. & Cohen, J. B. (1977).** Environmental stress. In I. Altman & J. F. Wohlwill (eds.), *Human behaviour and environment: Advances in theory and research* (vol. 2, pp. 90–127). New York: Plenum Press.
- 24 Zoellner, J., Schweizer-Ries, P. & Wemheuer, C. (2008).** Public acceptance of renewable energies: Results from case studies in Germany. *Energy Policy*, 36, 4136–4141.
- 25 Jobert, A., Laborgne, P. & Mimler, S. (2007).** Local acceptance of wind energy: Factors of success identified in French and German case studies. *Energy Policy*, 35, 2751–2760.
- 26 Bakker, R., Pedersen, E., van den Berg, G., Stewart, R., Lok, W. & Bouma, J. (2012).** Impact of wind turbine sound on annoyance, self-reported sleep disturbance and psychological distress. *Science of the Total Environment*, 425, 42–51.
- 27 Pedersen, E., van den Berg, F., Bakker, R. & Bouma, J. (2010).** Can road traffic mask sound from wind turbines? Response to wind turbine sound at different level of road traffic sound. *Energy Policy*, 38, 2520–2527.
- 28 Health Canada (2014).** Wind turbine noise and health study: Summary of results. [<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/noise-bruit/turbine-eoliennes/summary-resume-eng.php>]
- 29 Paller, C. (2014).** Exploring the association between proximity to industrial wind turbines and self-reported health outcomes in Ontario, Canada. Waterloo, Ontario, Canada: University of Waterloo, Master of Science in Health Studies and Gerontology.
- 30 Cohen, J. (1988).** *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale: Erlbaum.
- 31 Abt, K. (1987).** Descriptive data analysis: A concept between confirmatory and exploratory data analysis. *Methods of Information in Medicine*, 26, 77–88.

12 Anhang

INTERNETQUELLEN

Die Bertelsmann-Stiftung und die Stiftung Mitarbeit stellen grundlegende Informationen zum Thema Bürgerbeteiligung zur Verfügung unter:

www.beteiligungskompass.org

Eine Übersicht internationaler Studien zur Akzeptanz der Windenergienutzung findet man auf der Website der Task 28 der Internationalen Energieagentur unter:

www.socialacceptance.org

METHODISCHE ANMERKUNGEN

Die Signifikanz der hier vorgestellten Ergebnisse wurde anhand statischer Verfahren geprüft. Für Interessierte gibt dieser Anhang einen Einblick, vertiefende Informationen bieten die Forschungsberichte.

Mittelwertsunterschiede wurden mittels t-Tests auf Signifikanz geprüft. Um festzustellen, dass signifikante Unterschiede auch praktische Relevanz besitzen, wurde zusätzlich die sogenannte Effektstärke berechnet³⁰. Mittelwertsunterschiede gelten hier als »statistisch bedeutsam«, wenn nicht nur der p-Wert $\leq .05$ ausfällt, sondern zusätzlich mindestens eine kleine Effektstärke vorliegt. So kann z. B. ausgeschlossen werden, dass ein Ergebnis nur durch die Stichprobengröße bedingt ist.

Ob ein linearer Zusammenhang z. B. zwischen dem Abstand zur WEA und deren Akzeptanz besteht, wurde mittels Pearson- bzw. Punkt-biserialer Korrelationen untersucht. Korrelationskoeffizienten können Werte zwischen -1 und +1 annehmen und gelten hier nur dann als bedeutsam, wenn sie mindestens $\pm .30$ betragen (mittlere Effektstärke³⁰). Nur ein bedeutsamer Koeffizient lässt sich als Zusammenhang im Sinne einer »je ... desto« Beziehung verstehen, z. B.: Je kleiner der Abstand, desto stärker die Belästigung.

Ein etwas komplexeres Vorgehen erfordert es, den Einfluss mehrerer Faktoren auf die Akzeptanz zu erfassen. Wir haben dazu im Kapitel »Akzeptanzfaktoren« eine multiple Korrelation verwendet. In der zugehörigen Abbildung sind β -Gewichte angegeben. Je größer die Zahl, desto stärker ist der Einfluss des Faktors auf die Akzeptanz. Das Vorzeichen des Gewichts gibt die Richtung des Einflusses an.

Die Auswertung und Darstellung der Ergebnisse folgte den Prinzipien der deskriptiven Datenanalyse nach Abt³¹. Die angegebenen p-Werte der 2-seitigen Tests beschreiben daher nur die Größe von Gruppenunterschieden oder Zusammenhängen. Da keine Hypothesen zur Ausrichtung der jeweiligen Beziehungen vorlagen – es sich also nicht um eine konfirmatorische Datenanalyse handelt –, erfolgte keine Anpassung der Irrtumswahrscheinlichkeit (Alpha-Adjustierung) trotz multipler Testung von Gruppenunterschieden und Korrelationen. P-Werte $\leq .05$ werden als »signifikant« bezeichnet.

AUTOREN

Prof. Dr. Gundula Hübner ist Professorin für Sozialpsychologie an der MSH Medical School Hamburg und leitet am Institut für Psychologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg die Arbeitsgruppe Gesundheits- und Umweltpsychologie. Im Zentrum ihrer durch öffentliche Gelder geförderten umweltpsychologischen Forschung stehen die Akzeptanz und Wirkungen innovativer Technologien, insbesondere der erneuerbaren Energien. Zusammen mit ihrem Team führte sie eine Zielgruppenanalyse zur Nutzungsbereitschaft von erneuerbaren Energien durch. Sie forschte zur Akzeptanz kleiner vertikaler WEA, zur Akzeptanz von Windenergie an Land sowie in Nord- und Ostsee und evaluierte die Netzentwicklungsinitiative Schleswig-Holstein. International ist sie an laufenden Studien zur Wirkung von WEA auf Anwohner in den USA (Lawrence Berkeley National Laboratory) und Japan (University Nagoya) beteiligt. Weitere Forschungskooperationen bestehen u. a. mit der Universität St. Gallen, der ETH Zürich, der TU Berlin und der TU München. Im Auftrag der Bundesregierung ist Gundula Hübner Mitglied der Task 28 zur Sozialen Akzeptanz der Windenergie der Internationalen Energieagentur. Im Rahmen des interdisziplinären Projektes Energiesysteme der Zukunft von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina und der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften – ist sie Mitglied der Fachgruppe Windenergie.

Dr. Johannes Pohl ist als Diplom-Psychologe langjähriges Mitglied der AG Gesundheits- und Umweltpsychologie und an den Studien zur Akzeptanz und Stresswirkung von WEA maßgeblich beteiligt. Als Biopsychologe verfügt er über exzellente Kenntnisse der Stresspsychologie. Er hat zudem langjährige Erfahrung mit der Planung und Durchführung von Anwohnerbefragungen und Laborexperimenten zu verschiedenen Stressoren (z. B. Lärm, emotionale Reize) unter Einsatz von subjektiven und objektiven Stressmaßen. Bereits vor seiner Tätigkeit an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg war Johannes Pohl federführend an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel für die Studie zu Stresseffekten des periodischen Schattenwurfs von WEA verantwortlich.

HERAUSGEBER

Die **Fachagentur Windenergie an Land** (FA Wind) wurde 2013 von Bund, Ländern und Kommunen, Verbänden des Naturschutzes, der Windenergie und der Energiewirtschaft als gemeinnütziger Verein gegründet. Sie entwickelt Zukunftsideen für die Windenergienutzung, fördert Bildung und Wissenschaft sowie den Austausch mit der Wirtschaft und anderen privaten und öffentlichen Stellen. Mit Analysen, Gutachten, Veranstaltungen und Netzwerkarbeit verfolgt die FA Wind einen sachorientierten, praxisnahen und kooperativen Ansatz, um unter Beteiligung vieler Akteure den zukünftigen Herausforderungen beim Windenergieausbau begegnen zu können.

Impressum

Herausgeber:

Fachagentur Windenergie an Land
Fanny-Zobel-Straße 11
12435 Berlin

www.fachagentur-windenergie.de
post@fa-wind.de

V.i.S.d.P.: Axel Tscherniak

Die Fachagentur zur Förderung eines natur- und umweltverträglichen Ausbaus der Windenergie an Land e. V. ist ein gemeinnütziger Verein. Er ist eingetragen beim Amtsgericht Charlottenburg, VR 32573 B.

1. Auflage (1.000 Exemplare),
Februar 2015

Autoren:

Prof. Dr. Gundula Hübner ^{1,2}
Dr. Johannes Pohl ²

¹ MSH Medical School Hamburg

² AG Gesundheits- und Umweltpsychologie
Institut für Psychologie
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Textredaktion:

Bettina Bönisch, FA Wind

Gestaltung:

Holger Bedurke
www.klarunddeutlich.graphics

Haftungsausschluss:

Die in dieser Broschüre enthaltenen Informationen, Hinweise und Empfehlungen sind nach bestem Wissen ausgesucht, geprüft und zusammengestellt. Verantwortlich für den Inhalt sind allein die Autoren. Der Bericht gibt die Auffassung und Meinung der Autoren wider und muss nicht mit der des Herausgebers übereinstimmen. Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Aktualität und Vollständigkeit der Angaben sowie die Beachtung der Rechte von Dritten. Die Informationen, Hinweise und Empfehlungen dieser Broschüre dienen der allgemeinen Information und können eine Beratung im Einzelfall oder eine Rechtsberatung nicht ersetzen.

Bildnachweis:

S. 5 Windpark an Dorf © Kara – Fotolia.com,
S. 11 Spaziergängerin © paul-langrock.de,
S. 13 Hinderniskennzeichnung einer WEA
© Frithjof Meinel,
S. 19 Rotorblatt-Montage
© Erik-Jan Ouwerkerk,
S. 20 Traktor © Erik-Jan Ouwerkerk

Gedruckt durch die UmweltDruckerei mit Druckfarben auf Basis nachwachsender Rohstoffe auf Mundoplus Recycling-Papier, ausgezeichnet mit dem Umweltsiegel Blauer Engel.



Fachagentur Windenergie an Land e.V.

Fanny-Zobel-Straße 11 | 12435 Berlin
T +49 30 64 494 60-60 | F +49 30 64 494 60-61
post@fa-wind.de | www.fachagentur-windenergie.de