



Sachstand

Zu ökologischen Auswirkungen von Windkraftanlagen

Zu ökologischen Auswirkungen von Windkraftanlagen

Aktenzeichen: WD 8 - 3000 - 139/18
Abschluss der Arbeit: 30. Januar 2019
Fachbereich: WD 8: Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit, Bildung und
Forschung

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
2.	Ökologische Auswirkungen	4
2.1.	Landschaft/Agrarwesen	4
2.2.	Tierwelt	6
2.3.	Menschliche Gesundheit	9
2.4.	Klima und Wetter	12

1. Einleitung

Der Einsatz und die Weiterentwicklung von Windenergie findet als Alternative zu fossilen und nuklearen Kraftwerken eine vergleichsweise breite Zustimmung in der Bevölkerung und macht laut Angaben des Bundesverbandes WindEnergie¹ 18,8 Prozent der deutschen Stromproduktion (netto) aus. Allerdings werden immer wieder auch Bedenken hinsichtlich der potenziellen Bedrohung für Vögel, Fledermäuse und andere Tiere, der Zerstörung des Landschaftsbildes, gesundheitlicher Auswirkungen und des Beitrags zum Klimawandel geäußert. In der vorliegenden Arbeit werden hierzu einzelne Dokumente zusammengetragen.

Auch eine frühere Arbeit der wissenschaftlichen Dienste beschäftigt sich mit der Darstellung ökologischer Folgeschäden durch Windkraftanlagen (WD 8 3000 – 057/13).

2. Ökologische Auswirkungen

2.1. Landschaft/Agrarwesen

Der Flächenbedarf ist bei der Installation von Windkraftanlagen vergleichsweise gering.² Da der größte Anteil der derzeit errichteten Windkraftanlagen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen steht, kommt der Diskussion um die Auswirkungen der sich in unmittelbarer Nähe befindlichen Nutztiere (beispielsweise Rinder und Pferde) eine besondere Bedeutung zu.

Tatsächlich existieren vergleichsweise wenige Untersuchungen über die Wirkung des Betriebes von Windkraftanlagen auf Nutztiere. Die Mehrheit der Studien bezieht sich auf Wildtierarten. An der Tierärztlichen Hochschule Hannover wurde in den Jahren 1998 bis 2011 ein Projekt durchgeführt mit dem Titel „Raumnutzung ausgewählter heimischer Niederwildarten im Bereich von Windkraftanlagen“³. Als Ergebnis des Projektes wird festgehalten:

1 Quelle: <https://www.wind-energie.de/themen/zahlen-und-fakten/> [zuletzt abgerufen am 21. Januar 2019].

2 Im Vergleich zu anderen regenerativen und fossilen Energieerzeugungsarten. Siehe hierzu: Kaltschmitt, Martin, Streicher, Wolfgang, Wiese, Andreas (Hrsg.): Erneuerbare Energien Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, ISBN 978-3-642-03249-3; Springer; Auflage: 4., aktualisierte, korr u. erg. Aufl. 2006 (16. November 2005); im Internet abrufbar: <https://www.springer.com/de/book/9783642032486> [zuletzt abgerufen am 21. Januar 2019]

Seite 539: „Der Flächenverbrauch der Windkraftnutzung ist insgesamt vergleichsweise gering. Eine direkte Flächeninanspruchnahme - und damit eine Flächenversiegelung – ist nur durch Fundamente, Zuwegung und durch ggf. benötigte Betriebsgebäude gegeben“

Siehe hierzu auch Seite 101 in: Umweltbundesamt, Texte 28/2015: Umweltprobleme der Landwirtschaft, 30 Jahre SRU-Sondergutachten, im Internet abrufbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_28_2015_umweltprobleme_der_landwirtschaft.pdf [zuletzt abgerufen am 21. Januar 2019].

3 Quelle: <https://www.tiho-hannover.de/kliniken-institute/institute/institut-fuer-terrestrische-und-aquatische-wildtierforschung/forschung/projekte-terrestrisch/abgeschlossene-projekte-terrestrisch/windkraftanlagen/> [zuletzt abgerufen am 21. Januar 2019].

„Für Hase, Fuchs, Rebhuhn und Rabenkrähe wurden im Vergleich zu den Kontrollgebieten höhere Dichten häufiger in den WKA⁴-Gebieten berechnet. Für alle Wildarten wurde in allen Gebieten ganz überwiegend eine flächendeckende Nutzung - auch des Nahbereiches der WKA - bestätigt. Insgesamt konnte eine Meidung bestimmter Areale nicht nachgewiesen werden. Eine Ausnahme bildet hier der Zeitpunkt der Errichtung der Anlagen, der als sichere Störungszeit anzusehen ist. Gravierende Wirkungen wie Bestandsreduzierungen sind hier nicht die Folge möglicher Störreizquellen. Das Wild scheint sich an das Vorhandensein und den Betrieb der WKA gewöhnen zu können, da sie eine in Raum und Zeit kalkulierbare Störquelle darstellen. Windkraftanlagen können in der Summe der vorhandenen Störfaktoren jeweils einen anderen Stellenwert einnehmen, denn ihre potentiell negative Wirkung mag je nach Gebiet erst zum Tragen kommen, wenn durch ihre Inbetriebnahme das Mindestmaß an für das Wild tolerierbaren bzw. populationsverträglichen Störungen überschritten wird.“⁵

Ebenso wird in einer schweizerischen Studie aus dem Jahr 2013 festgestellt:

„Windparks haben vermutlich für die meisten terrestrischen Säugetierarten selten größere negative Auswirkungen. Besonders große und mittelgroße Säugetiere können sich offenbar recht gut an einen Windpark gewöhnen. Nach einer vorübergehenden Meidung des Gebiets während der Bauphase werden die Lebensräume wieder genutzt. Negative Konsequenzen auf Populationsebene konnten bisher kaum beobachtet werden. Einzelne Säugetierarten können durch Windparks und die Begleitinfrastrukturen einen dauerhaften oder zeitweisen Lebensraumverlust erleiden. Auch Verhaltensänderungen können durch WEA ausgelöst werden. Insbesondere die Bauphase kann zu einer großflächigen Meidung eines Gebiets führen, Wildtierkorridore können unterbrochen werden und störende menschliche Aktivitäten können wegen der besseren Erschließung eines Gebiets zunehmen. Sämtliche Auswirkungen können sehr unterschiedlich sein je nach Tierart, Lebensraum, Jahreszeit, Fläche eines Windparks und Anordnung der WEA. In offenen Graslandschaften können die Konsequenzen beispielsweise ganz anders sein als in bewaldeten oder gebirgigen Regionen, für kleinräumig und stationär lebende Arten anders als für großräumig wandernde Arten.“⁶

Im Jahr 2009 erstellte das Institut für Tierhaltung und Tierschutz der Veterinärmedizinischen Universität Wien im Auftrag des österreichischen Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie ein Gutachten im Zusammenhang mit einer geplanten Zug-Ausbaustrecke zum Hörvermögen von Rindern und Pferden.⁷ Hierin heißt es, das Hörvermögen von Rindern und

4 WKA= Windkraftanlage

5 Ebd.

6 Quelle: Seite 21 in: Andreas Boldt, Sarah Hummel: Windenergieanlagen und Landsäugetiere. Literaturübersicht und Situation in der Schweiz; April 2013, Bern; im Internet abrufbar unter: https://www.energieland.hessen.de/aktion/zukunftswerkstatt/buseck/BFEH_WindenergieanlagenSaeuger_BoldtHummel_2013-2.pdf [zuletzt abgerufen am 21. Januar 2019].

7 Ergänzendes Gutachten der veterinärmedizinischen Universität Wien, im Internet abrufbar unter: <https://www.igwindkraft.at/mmedia/download/2017.08.11/1502453124868759.pdf> [zuletzt abgerufen am 21. Januar 2019].

Pferden ähnele dem Menschen, mit der Abweichung, dass diese Tierarten noch höhere Frequenzen als der Mensch wahrnehmen könnten. Es werde angenommen, dass Töne, die für Menschen unangenehm seien, auch bei Tieren unangenehm, schmerzhaft oder belastend seien. Das heißt möglicherweise entstehende Hörbelastungen in der Umgebung von Windkraftanlagen sind in ähnlicher Weise bei Mensch und Tier zu betrachten.

Im Jahr 2004 wurde ein Gutachten mit dem Titel „Windenergieanlagen und Pferde“ an der biologischen Fakultät der Universität Bielefeld erstellt.⁸ Hierbei wurde der Frage nachgegangen, welchen Einfluss der Betrieb von Windenergieanlagen auf Verhalten von Pferden hat. Auf Basis eines Fragebogens wurden Erfahrungen von 15 Betriebsbesitzern bzw. Pferdehaltern mit insgesamt rund 420 Pferde ausgewertet. Von diesen 424 Pferden wurden in elf Fällen von Verhaltensauffälligkeiten berichtet; „jedoch war i. d. R. eine baldige Gewöhnung erfolgt. In keinem Fall traten heftige Reaktionen wie Steigen oder Durchgehen auf.“⁹ Die Autoren konstatieren: „Insgesamt werden die von WEA¹⁰ ausgehenden Reize für Pferde im Vergleich zu sonstigen ortsüblichen Reizen als unerheblich erachtet.“¹¹

Es existieren allerdings einige Medienberichte, in denen einzelne Landwirte von Verhaltensauffälligkeiten ihrer Tiere, Fertilitätsrückgang oder Milchleistungsabnahmen berichten. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnte hierzu allerdings keine wissenschaftliche Studie gefunden werden.

2.2. Tierwelt

Während bereits im Kapitel 2.1 auf europäische Studien zu Wildtieren im Bereich von Windkraftanlagen eingegangen wurde und hier keine signifikanten Beeinträchtigungen berichtet wurden, ist im vergangenen Jahr im Fachjournal *Nature Ecology and Evolution* eine Untersuchung erschienen, in der in Indien in Gebieten mit Windfarmen im Vergleich zu Regionen, in denen Windenergie nicht genutzt wird, die Auswirkungen auf verschiedene Tierarten studiert wird:¹²

„In the biodiversity hotspot of the Western Ghats in India, we find that wind farms reduce the abundance and activity of predatory birds (for example, *Buteo*, *Butastur* and *Elanus* species), which consequently increases the density of lizards, *Sarada superba*. The cascading effects of wind turbines on lizards include changes in behaviour, physiology and morphology that reflect a

8 Anja Seddig: Gutachten, Windenergieanlagen und Pferde, Fakultät für Biologie, Universität Bielefeld, 17. November 2004; im Internet abrufbar unter: http://www.eoleresponsable.ch/images/PPA/Annexe_08.pdf [zuletzt abgerufen am 21. Januar 2019].

9 Ebd. Seite 16.

10 WEA= Windenergieanlagen

11 Ebd.

12 Maria Thaker, Amod Zambre, Harshal Bhosale: Wind farms have cascading impacts on ecosystems across trophic levels; *Nature Ecology & Evolution* volume 2, pages1854–1858 (2018); <https://www.nature.com/articles/s41559-018-0707-z> [zuletzt abgerufen am 21. Januar 2019].

combination of predator release and density-dependent competition. By adding an effective trophic level to the top of food webs, we find that wind farms have emerging impacts that are greatly underestimated. There is thus a strong need for an ecosystem-wide view when aligning green-energy goals with environment protection.“

Das bedeutet, dass der Betrieb von Windkraftanlagen u. U. einen Einfluss auf die Nahrungsnetze der Habitate hat, in denen sie betrieben werden. Die Auswirkungen können sich auf ganz unterschiedliche Ebenen der Nahrungskette auswirken.¹³

Vielfach wurde die unmittelbar offensichtliche Auswirkung auf Vögel (insbesondere Greifvögel) und Fledermäuse untersucht.

In den Jahren 2011 bis 2015 wurde ein Windenergie- Projekt durchgeführt, das zunächst mit Mitteln des Bundes durch das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit später durch das Ministerium Wirtschaft und Energie unter dem Förderkennzeichen 0325300 A-D gefördert worden war. Seit 2016 liegt hierzu ein Abschlussbericht mit dem Titel „Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif-)Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen (PROGRESS)“ vor.¹⁴ In der abschließenden Beurteilung heißt es hinsichtlich der Kollisionsproblematik von Vögeln und Fledermäusen: „Kollisionen von Vögeln (und Fledermäusen) sind ein zentrales Konfliktfeld zwischen dem Ausbau der Windenergienutzung und dem Naturschutz. Obwohl mittlerweile eine hohe Anzahl von Studien zu diesem Bereich vorliegt, gibt es nur sehr wenige systematische Untersuchungen, in denen Kollisionsraten von Vögeln quantifiziert wurden. [...] Aus den Befunden von PROGRESS ergibt sich zugleich eine Entwarnung für den größten Teil der im Untersuchungsraum vorkommenden Vogelarten, für die auch in Bezug zu dem sehr umfangreichen Ausbau der Windenergienutzung keine Bestandsgefährdung durch Kollisionen zu erwarten ist. Für andere Arten, vor allem Mäusebussard und Rotmilan, weisen die Ergebnisse dagegen darauf hin, dass durch den derzeitigen Ausbauzustand bereits Kollisionsraten auftreten, die zu einem Bestandsrückgang führen können.“¹⁵

Auf drei Vogelarten wird dabei besonders eingegangen. So wird in Einklang mit einer Publikation aus dem Jahr 2013¹⁶ festgehalten, dass für den Rotmilan, „der derzeitige Ausbau der Windenergienutzung keinen generellen Bestandsrückgang durch Kollisionen bewirkt. Für den weiteren Ausbau besteht jedoch eine hohe Notwendigkeit, die Artenschutzrechtlichen Belange für die

13 Siehe hierzu auch: <https://www.sciencemediacenter.de/alle-angebote/research-in-context/details/news/auswirkungen-von-windraedern-auch-auf-nicht-direkt-betroffene-tierarten/> [zuletzt abgerufen am 21. Januar 2019].

14 Grünkorn, T. et al. (2016): Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif)Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen (PROGRESS). Schlussbericht zum durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des 6. Energieforschungsprogrammes der Bundesregierung geförderten Verbundvorhaben PROGRESS, FKZ 0325300A-D <https://www.bioconsult-sh.de/site/assets/files/1561/1561-1.pdf> [zuletzt abgerufen am 21. Januar 2019].

15 Ebd. Seite 1ff.

16 Bellebaum, J. et al. (2013): Wind turbine fatalities approach a level of concern in a raptor population. J. Nat. Conserv. 21 (6): 394-400.

Art zu berücksichtigen.“¹⁷ Ebenso wird für den Seeadler festgestellt, dass aufgrund der starken Bestandszunahme parallel zum Ausbau der Windenergienutzung, „diese den Bestand des Seeadlers nicht, oder nur wenig beeinflusst.“¹⁸ In Hinblick auf den Mäusebussard wird allerdings konstatiert: „Die Ergebnisse von PROGRESS weisen auf hohe Kollisionsraten und potenziell bestandswirksame Auswirkungen des Ausmaßes bisheriger Windenergienutzung hin. Vor dem Hintergrund des großen Bestands des Mäusebussards in Deutschland tritt dadurch keine akute Bestandsgefährdung auf, aber zumindest regional sind starke Bestandsrückgänge dokumentiert. In welchem Maße diese durch Windenergienutzung und/oder andere Faktoren verursacht werden, bedarf dringend näherer Untersuchungen.“¹⁹

In einem Übersichtsartikel aus dem Jahr 2017, in dem Vor- und Nachteile von Windenergie, Solarenergie und Hydroenergie verglichen wurden, wird unter anderem auf die Auswirkungen des Betriebs von Windenergieparks auf Vögel und Fledermäuse als eines der größten Probleme der Windenergie eingegangen.²⁰ Dabei sei der Standort ausschlaggebend. Die höchsten Kollisionsraten werden entlang bewaldeter Randlinien gefunden.²¹ In den USA seien dies 2012 schätzungsweise 600.000-888.000 Fledermäuse und 573.000 Vögel²² gewesen. Allerdings sei die durch Windkraftanlagen verursachte Sterblichkeit wesentlich geringer als die durch andere anthropogene Quellen verursachte (z. B. würden in den USA jährlich 0,57 Millionen Vögel durch Windkraftanlagen getötet, gegenüber 5,63 Millionen durch Stromschlag, 22,8 Millionen durch Stromleitungskollisionen, 199,6 Mio. durch Autokollisionen, 599 Mio. durch Kollisionen mit Gebäuden und 2,4 Milliarden durch Katzen²³). Allerdings werde auch berichtet, dass in einigen Fällen

17 Grünkorn et al. (2016); Seite 20.

18 Ebd. Seite 21

19 Ebd., Seite 21

20 Luke Gibson, Elspeth N. Wilman, William F. Laurance: How Green is 'Green' Energy? Volume 32, Issue 12, December 2017, Pages 922-935, in: Trends in Ecology & Evolution.

21 Dai, K. et al. (2015) Environmental issues associated with wind energy – a review. *Renew. Energy* 75, 911–921 und Wang, S. and Wang, S. (2015) Impacts of wind energy on environment: a review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 49, 437–443.

22 Hayes, M.A. (2013) Bats killed in large numbers at United States wind energy facilities. *Bioscience* 63, 975–979 und Smallwood, K.S. (2013) Comparing bird and bat fatality-rate estimates among North American wind-energy projects. *Wildl. Soc. B* 37, 19–33.

23 Loss, S.R. et al. (2015) Direct mortality of birds from anthropogenic causes. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 46, 99–120.

auch niedrige Sterblichkeitsraten zu einem erheblichen Bevölkerungsrückgang führten: beispielsweise für die gefährdeten ägyptischen Geier (*Neophron percnopterus*) in Spanien²⁴ und den Seeadler (*Haliaeetus albicilla*) in Finnland²⁵ und Norwegen²⁶.

Auch Windparks, die im Bereich des Küstenvorfeldes der Meere errichtet werden, sogenannte Offshore-Windparks, beeinflussen in einem bestimmten Umfang die Tierwelt: So wurde vom Belwind Wind Park, 46 km vor der Küste Belgiens, berichtet, dass es einen Rückgang der nördlichen Tölpel (*Morus bassanus*) um 85 Prozent gebe, einen Rückgang der gewöhnlichen Trottellumme (*Uria aalge*) um 71 Prozent und ein Rückgang des Tordalk (*Alca torda*) um 64 Prozent.²⁷ Auf der anderen Seite wurde ein Zuwachs um 430 Prozent bei der Heringsmöwe (*Larus fuscus*) und eine 850 prozentige Zunahme der Silbermöwe (*Larus argentatus*) im selben Windpark festgestellt.²⁸

Für Eiderenten (*Somateria mollissima*) und Gänse wurde festgestellt, dass sie Wanderrouen geändert haben, um einen Windpark zu meiden (in der Ostsee vor der Küste Dänemarks). Der Anteil der durchwandernden Tiere sank von 40,4 Prozent vor Errichtung auf 8,9 Prozent nach Inbetriebnahme.²⁹

2.3. Menschliche Gesundheit

Unter Verweis auf Quellen des Umweltbundesamtes, verschiedene Umweltämter und Organisationen sowie die Bundesärztekammer veröffentlichte der Bundesverband WindEnergie im Oktober 2018 eine Stellungnahme zu Windenergie und Infraschall. Darin bewertet der Verband: „Der von Windenergieanlagen erzeugte Infraschallpegel ist in deren Umgebung deutlich unterhalb der Wahrnehmungsgrenze des Menschen. Der Infraschall hat sowohl anthropogene wie auch natürliche Quellen. Im Vergleich sind die Infraschallbelastungen durch Windenergieanlagen sehr gering und nach Aussagen des Umweltbundesamtes haben sie keine negativen Auswirkungen auf die Gesundheit.“³⁰

24 Carrete, M. et al. (2009) Large scale risk-assessment of windfarms on population viability of a globally endangered long-lived raptor. *Biol. Conserv.* 142, 2954–2961.

25 Balotari-Chiebao, F. et al. (2016) Proximity to wind-power plants reduces the breeding success of the white-tailed eagle. *Anim. Conserv.* 19, 265–272.

26 Dahl, E.L. et al. (2012) Reduced breeding success in white-tailed eagles at Smøla windfarm, western Norway, is caused by mortality and displacement. *Biol. Conserv.* 145, 79–85.

27 Vanermen, N. et al. (2015) Seabird avoidance and attraction at an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. *Hydrobiologia* 756, 51–61.

28 Ebd.

29 Desholm, M. and Kahlert, J. (2005) Avian collision risk at an offshore wind farm. *Biol. Lett.* 1, 296–298.

30 Quelle: https://www.wind-energie.de/fileadmin/redaktion/dokumente/publikationen-oeffentlich/themen/01-mensch-und-umwelt/05-schall/20181028_Hintergrundpapier_Infraschall_WEA_Rev2.pdf [zuletzt abgerufen am 21. Januar 2019].

Im Jahr 2013 ist in 5. Auflage ein Lehrbuch zu Erneuerbaren Energien erschienen, in dem sich in einem Kapitel mit dem Titel „Stromerzeugung aus Windenergie“ die Autoren u. a. zur Beeinträchtigung durch Schallemissionen äußern³¹:

„Im Allgemeinen kann von einem Schalleistungspegel von 103 dB(A) für Windkraftanlagen zwischen 500kW und 2MW ausgegangen werden. Dieser Schallpegel nimmt in Abhängigkeit von der Entfernung und der Windrichtung beachtlich ab. Bei einem Abstand von 400m kann sich beispielsweise der Pegel – je nach Windrichtung – bis auf 40 dB(A) senken. Da Schallemissionen Menschen schädigen können, sind die von Windkraftanlagen ausgehenden Schallemissionen ein wesentlicher Planungsfaktor, der weitgehend gesetzlich reglementiert ist. Beispielsweise ist es durch eine günstige Anordnung der Windkraftanlagen und einer entsprechenden Anlagenauswahl möglich, bei konstanter Stromerzeugung eine Schallpegelminderung von ca. 10 dB(A) im Vergleich zu einem Fall ohne entsprechende Maßnahmen zu erreichen. [...] Für eine Offshore-Aufstellung von Windkraftanlagen sind im Vergleich zur Onshore-Installation reduzierte Anforderungen an die Hörschallemissionen zu erwarten. Beispielsweise kann deshalb bei einer Anlagenaufstellung auf dem Meer eine Erhöhung der Rotordrehzahl zugelassen werden. Eine derartige Begrenzung der maximalen Rotordrehzahl ist eine von vielen Maßnahmen zur Reduktion von Schallemissionen für Onshore-Anlagen. [...] Infraschall Windkraftanlagen emittieren im Wesentlichen aerodynamisch bedingten Infraschall in einem Frequenzbereich von 0,6 bis 1,5Hz. Bei diesen Frequenzen liegt die Wahrnehmungsgrenze beim Menschen mit 20Hz sehr hoch. Messungen ergaben z. B. in 120 m Entfernung einer 500 kW-Anlage 75 bis 85 dB(A), die in 300 m Entfernung auf 67 bis 77 dB(A) abgeklungen waren.“

Im vergangenen Jahr erschien ein Übersichtsartikel in der Zeitschrift *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, in dem der Frage nachgegangen wurde, inwieweit es Evidenzen dafür gibt, dass das Arbeiten in der Umgebung von Windkraftanlagen gesundheitliche Auswirkungen haben könnte.³² Es wurden 20 Artikel ausgewertet. Die Autoren werten die Ergebnisse folgendermaßen: (1) Substanzen, die bei der Herstellung von Rotorblättern verwendet werden (Epoxidharz und Styrol) führen zu Hauterkrankungen bzw. Atemwegserkrankungen und Augenbeschwerden (2) die Exposition gegenüber Lärm an Land von Windkraftanlagen führt zu Belastung, Schlafstörungen und verminderter allgemeiner Gesundheit (3) die Arbeit in der Windindustrie ist mit einer hohen Unfallrate verbunden. Allerdings seien keine in dem Sektor ganz spezifischen allgemeinen gesundheitlichen Auswirkungen auszumachen und es bestehe weiterer Forschungsbedarf, insbesondere bei der Untersuchung der Auswirkungen der Arbeit an Windkraftanlagen auf psychische und muskuloskeletale Störungen, arbeitsbedingte Verletzungen und Unfallraten sowie gesundheitliche Ergebnisse in späteren Lebenszyklusphasen.

31 Martin Kaltschmitt · Wolfgang Streicher · Andreas Wiese (Hrsg.): Erneuerbare Energien Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 5. Auflage, Springer Vieweg, ISBN 978-3-642-03248-6, 2013.

32 Freiberg A, Scheffter C, Girbig M, Murta VC, Seidler A: Health effects of wind turbines in working environments – a scoping review; *Scand J Work Environ Health* 2018;44(4):351-369
http://www.sjweh.fi/show_abstract.php?abstract_id=3711 [zuletzt abgerufen am 21. Januar 2019].

Ein weiterer Übersichtsartikel aus dem Jahr 2014 untersucht hingegen die wissenschaftliche Literatur zu gesundheitlichen Auswirkungen des Betriebs von Windkraftanlagen im Allgemeinen.³³ Die Autoren konstatieren, dass der Infraschall in der Nähe von Windkraftanlagen die Hörschwellen nicht überschreite und Infraschall und niederfrequenter Schall keine besonderen Gesundheitsrisiken darstellten. Allerdings wird in epidemiologischen Studien ein Zusammenhang zwischen dem Leben in der Nähe von Windkraftanlagen und dem Empfinden von Belästigung festgestellt. Die Belästigung, so die Autoren, scheine stärker „individuellen Charakters“ zu sein, als auf die Geräusche durch die Turbinen zurückzuführen zu sein („Annoyance seems more strongly related to individual characteristics than noise from turbines“). Daher plädieren die Autoren für eine verstärkte Forschung im Bereich der Lärmcharakterisierung, um diese Faktoren besser abklären zu können.

Ein australischer Medizinprofessor hat 2015 eine Literaturrecherche durchgeführt und insgesamt 25 Übersichtsartikel dahingehend untersucht, ob es Hinweise auf menschliche Gesundheitseintrüchtigungen infolge des Betriebes von Windkraftanlagen gibt. Diese Liste ist im Internet abrufbar.³⁴ Dabei kommt er zum Schluss, dass der Betrieb von Windkraftanlagen hiernach nicht direkte Ursache einer Krankheit sei und es bei den kommunizierten Krankheitsbildern sich wahrscheinlicher um anderweitig begründete Effekte handle.

In der Zeitschrift *Frontiers in Public Health* ist 2014 ein Artikel unter dem Titel „Wind Turbines and Human Health“ erschienen.³⁵ Die Autoren gehen der Fragestellung eines Zusammenhangs von Windkraftanlagen und menschlichen Gesundheitseffekten nach. Mittlerweile gebe es rund 60 wissenschaftliche Peer-Review-Artikel zu diesem Thema. Die verfügbaren wissenschaftlichen Erkenntnisse deuteten darauf hin, dass elektromagnetische Felder, Schattenflimmern, niederfrequentes Rauschen und Infraschall von Windkraftanlagen die menschliche Gesundheit nicht beeinträchtigen könnten; einige Studien hätten ergeben, dass hörbare Geräusche von Windkraftanlagen für einige Menschen störend sein könnten. Daraus resultierten beispielsweise Schlafstörungen, insbesondere bei Schalldruckpegeln >40 dB(A). Da Umgebungslärm über bestimmte Werte hinaus ein anerkannter Faktor bei einer Reihe von Gesundheitsproblemen ist, wurden in vielen Ländern Standortbeschränkungen eingeführt, um die Lärmbelastung zu begrenzen. Zudem stellen die Autoren eine Reihe von „Best Practices“ für die Entwicklung von Windkraftanlagen im Kontext der menschlichen Gesundheit vor.

33 McCunney RJ1, Mundt KA, Colby WD, Dobie R, Kaliski K, Blais M.: Wind Turbines and Health A Critical Review of the Scientific Literature; *J Occup Environ Med.* 2014 Nov;56(11):e108-30. doi: 10.1097/JOM.0000000000000313.

34 Quelle: https://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/2123/10559/7/WindHealthReviews_3.pdf [zuletzt abgerufen am 21. Januar 2019].

35 Loren D. Knopper, Christopher A. Ollson, Lindsay C. McCallum, Melissa L. Whitfield Aslund, Robert G. Berger, Kathleen Souweine, and Mary McDaniel, Wind Turbines and Human Health, [*Frontiers of Public Health*]. June 19, 2014; 2: 63.

2.4. Klima und Wetter

In einem populärwissenschaftlichen Artikel, der in der Zeitschrift *Scientific American* 2014 erschienen ist, geht der Autor auf die Frage ein, ob der Betrieb von Windkraftanlagen eine Auswirkung auf das Klima haben könnte.³⁶ Dem zugrunde liegt ein Artikel in *Nature Communications* einer französischen Forschergruppe mit dem Titel „Regional climate model simulations indicate limited climatic impacts by operational and planned European wind farms“.³⁷ Unter Verwendung eines regionalen Klimamodells hatten Wissenschaftler in dieser Arbeit simuliert, welche Auswirkungen die Windenergieproduktion hinsichtlich des Klimas haben kann. Sie finden im Winter eine Temperaturveränderung von $\pm 0,3$ °C und eine Niederschlagsveränderung von 0-5 Prozent. Allerdings seien die Auswirkungen geringer als die natürliche Variabilität des Klimas zwischen den Jahren und die erwarteten Veränderungen durch Treibhausgasemissionen. Im populärwissenschaftlichen Artikel wird die Frage gestellt, auf Basis welcher Vergleichsdaten die klimatischen Auswirkungen beurteilt werden sollten. Zum einen kann vor und nach Windkraftwerkinstallation verglichen werden, allerdings fehlen hier zumeist Daten. Zum anderen wird mit Klimadaten der Umgebung verglichen. Hier wurde beispielsweise in Texas ausgehend von den von Satelliten gemessenen Bodentemperaturen eine nächtliche Erwärmung von ca. 0,5 °C in der Region direkt unter der Anlage festgestellt. Dieser Erwärmungseffekt war lokal begrenzt. In einer anderen Studie wurden durch Windkraftanlagen verursachte Klimaänderungen mit den Klimaänderungen, die durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe bei gleicher Strommenge verursacht worden wären, verglichen. Aber da Kohlendioxid über Jahrhunderte oder Jahrtausende in der Atmosphäre hält, ist es schwierig zu bestimmen, über wie viele Jahre man die vermiedenen Kohlendioxidemissionen berechnen kann.³⁸

In dem bereits erwähnten einem Übersichtsartikel aus dem Jahr 2017³⁹, in dem Vor- und Nachteile verschiedener regenerativer Energieformen diskutiert werden, wird auch auf Auswirkungen von Windenergienutzung auf das Klima eingegangen. Es wird festgestellt, dass auch lokale Temperaturen erhöht werden können. So wurde in aktiven Windparks in Schottland ein Luft-Temperaturanstieg von 0,18 °C und ein Anstieg der absoluten Luftfeuchtigkeit um 0,03 g*m³ während der Nacht festgestellt ebenso wie eine erhöhte Variabilität der Luft-, Oberflächen- und Bodentemperatur.⁴⁰ Basierend auf der Auswertung von Satellitendaten wurde in vier großen Windparks in Texas ein lokaler Temperaturanstieg um bis zu 0,72 °C pro Jahrzehnt gemessen (in Bezug auf die

36 Quelle: <https://www.scientificamerican.com/article/wind-power-found-to-affect-local-climate/?print=true> [zuletzt abgerufen am 21. Januar 2019].

37 Quelle: <https://www.nature.com/articles/ncomms4196> [zuletzt abgerufen am 21. Januar 2019].

38 Dies nimmt Bezug auf folgende Publikation: <https://www.pnas.org/content/101/46/16115.long> und <https://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/2007JAS2509.1> [zuletzt abgerufen am 21. Januar 2019].

39 Luke Gibson, Elspeth N. Wilman, William F. Laurance: How Green is 'Green' Energy? Volume 32, Issue 12, December 2017, Pages 922-935, in: *Trends in Ecology & Evolution*.

40 Armstrong, A. et al. (2016) Ground-level climate at a peatland wind farm in Scotland is affected by wind turbine operation. *Environ. Res. Lett.* 11, 044024.

nahegelegenen Kontrollstandorte).⁴¹ Allerdings geben die Autoren des Übersichtsartikels zu bedenken, dass die Auswirkungen dieser Temperaturerhöhung unbekannt seien.

In Deutschland wurde eine Diskussion zur Störung des Wetterraders durch den Betrieb von Windkraft-Turbinen geführt. Wiederholt beklagte der Deutsche Wetterdienst, dass die zur Wettervorhersage erforderlichen Messungen durch den Bau von Windenergieanlagen gestört werden könnten und eine exakte Vorhersage dann nicht mehr möglich sei. Da nach § 35 Absatz 3 Nr. 8 Baugesetzbuch (BauGB) eine Windenergieanlage nicht zulässig ist, wenn die Funktionsfähigkeit von Funkstellen und Radaranlagen gestört wird und zu diesen Radaranlagen auch das Niederschlagsradar des DWD zählt, kam es in den vergangenen Jahren wiederholt zu Rechtsstreitigkeiten.⁴² Das Bundesverwaltungsgericht in Leipzig hatte am 22. September 2016 in zwei parallel gelagerten Verwaltungsstreitsachen entschieden, „dass der Deutsche Wetterdienst (DWD) bei der Frage, inwieweit Windenergieanlagen (WEA) die Funktionsfähigkeit von Wetterradaranlagen stören und die Aufgabenerfüllung des DWD in nicht mehr tolerierbarer Weise erschweren, keinen Beurteilungsspielraum hat. Die Frage unterliegt der uneingeschränkten gerichtlichen Überprüfung.“⁴³

* * *

41 Zhou, L. et al. (2012) Impacts of wind farms on land surface temperature. Nat. Clim. Change 2, 539–543

42 Quelle: <https://www.energieagentur.nrw/blogs/erneuerbare/rechtsprechung-dwd-hat-keinen-beurteilungsspielraum/> [zuletzt abgerufen am 21. Januar 2019].

43 Quelle: <https://www.bverwg.de/pm/2016/79> [zuletzt abgerufen am 21. Januar 2019].