



Windenergie und Infraschall

Oktober 2018

Ausgangssituation

Beim Ausbau der Windenergie müssen die Auswirkungen auf Mensch und Umwelt berücksichtigt werden. Von Windenergieanlagen (WEA) gehen Geräusche aus, die mit richtiger Planung und einem entsprechenden Abstand als akustische Belästigung ausgeschlossen werden können. Neben dem Hörschall gehen von Windenergieanlagen auch tieffrequente Geräusche bzw. Infraschall aus.

Von Kritikern des Windenergieausbaus wird die Meinung vertreten, dass gesundheitliche Symptome wie beispielsweise Schlafstörungen, Herz- und Kreislaufprobleme, Unruhe, Reizbarkeit, Depressionen und Angstzustände durch Infraschall von Windenergieanlagen ausgelöst werden. Bisher vorliegende gesetzliche Regelungen sollen dahingehend unzureichend sein. Das vorliegende Papier legt den Wissensstand dar und appelliert an einen bedachten Umgang mit den Befürchtungen.

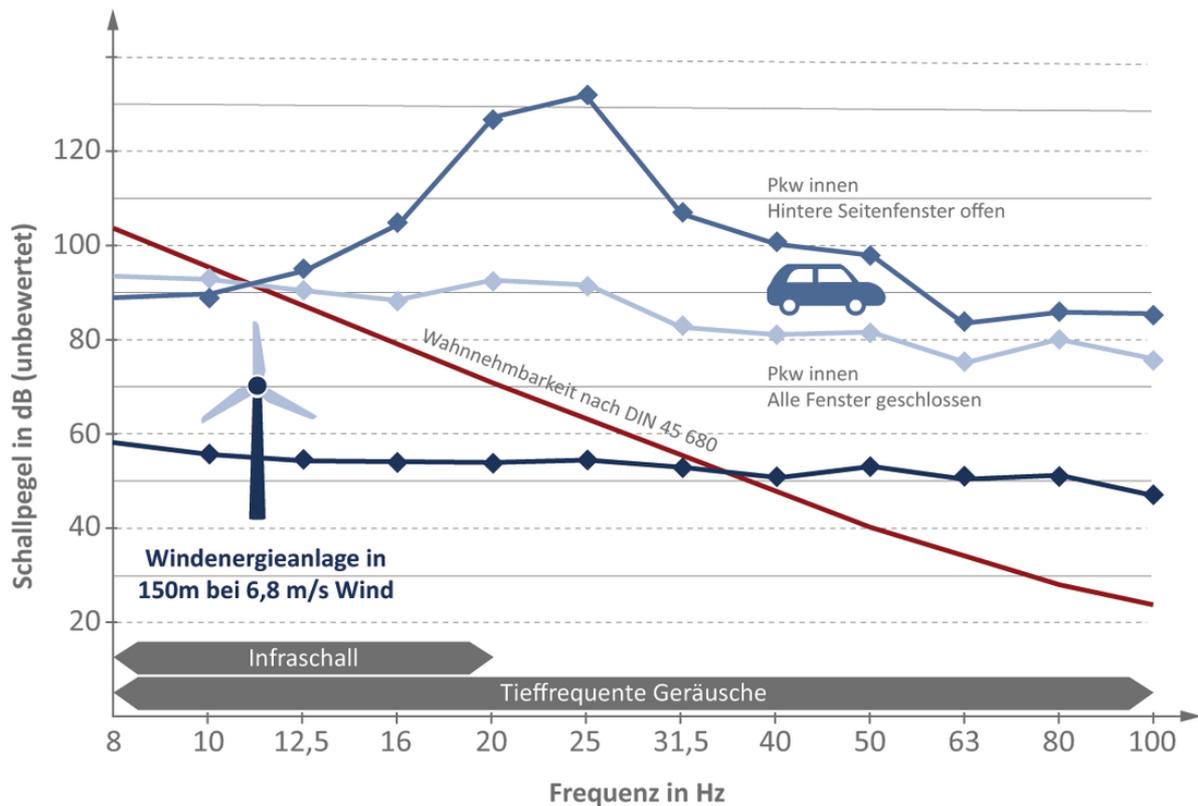
Was ist Infraschall und wieviel geht von Windenergieanlagen aus?

Als Infraschall werden Schallwellen mit Frequenzen unter 20 Hertz (Hz) bezeichnet. Sie sind so tieffrequent, dass sie der menschliche Hörsinn nicht mehr als Geräusch erfasst. Die Luftdruckschwankungen können als Pulsationen und Vibrationen mit einem zusätzlichen Druckgefühl auf den Ohren wahrgenommen werden. Dieser Bereich von sehr tiefen Frequenzen, in dem die Wahrnehmungskomponente der Tonhöhe nicht existiert, umfasst den Frequenzbereich von 0,001 bis 20 Hz. Allgemein werden Frequenzen bis 200Hz als tieffrequenter Schall bezeichnet. Bis 60 Hz nimmt die Wahrnehmung von Tonhöhe und Lautstärke langsam zu, ab 60 Hz findet der Übergang zur normalen Geräuschwahrnehmung des Menschen statt. Infraschall ist der tiefste Teil im Frequenzspektrum und liegt unterhalb von 16Hz. Obwohl die Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs zu tiefen Frequenzen hin stark abnimmt, können Luftdruckschwankungen bis zu einer Frequenz von etwa 1 Hz wahrgenommen werden. Je tiefer die Frequenz wird, umso höher muss jedoch der Schalldruckpegel ("Lautstärke") werden, damit die Frequenz vom Menschen wahrgenommen werden kann.

Die Wellenlänge von Infraschall liegt zwischen 17 m (bei 20 Hz) und 170 m (bei 2 Hz). Aufgrund dieser großen Wellenlänge hat Infraschall andere Eigenschaften als Hörschall. Die Ausbreitungsdämpfung des Schalldruckpegels (dB) durch Luftabsorption ist bei Infraschall äußerst gering und durch Hindernisse wie Schutzwälle kaum möglich. Auch die Schalldämmung durch Bauteile beträgt nur wenige Dezibel. Natürliche Strukturen, wie Geländeform oder Vegetation, stellen ebenfalls keine erheblichen Hindernisse dar. Die Schallwellen können sich über einen weiten Raum ausbreiten. Dabei nimmt der Schalldruckpegel mit der Entfernung ab, etwa 6 dB pro Entfernungsverdoppelung. Die Ausbreitung nimmt dabei die vierfache Fläche ein.

Infraschall kommt sowohl in der Natur als auch künstlich erzeugt vor. In der Natur entsteht Infraschall durch die Bewegung von Massen wie Luft und Wasser hervorgerufenen Turbulenzen oder Resonanzphänomenen. Natürliche Infraschallquellen sind bspw. Gewitter, Meeresbrandung, Erdbeben und Vulkanausbrüche. Bei den künstlichen Quellen wird nach folgenden Gruppen unterschieden: Klima- und Lüftungsanlagen, Baumaschinen, verkehrstechnische Einrichtungen, Sieb- und Sortieranlagen, Kompressoren und Pumpen, Produktionsstätten sowie die Anlagen von Energieerzeugung und -transport. Windenergieanlagen erzeugen neben dem hörbaren Schall auch Infraschall in Abhängigkeit

von Windstärke und Windrichtung durch am Ende der Rotorblätter entstehende Wirbelablösungen sowie weitere Verwirbelungen durch Kanten, Spalten und Verstrebungen. Auch die am Mast vorbeistreichenden Rotorblätter können tieffrequenten Schall erzeugen. Windenergieanlagen sind demzufolge aber nur eine von vielen Infraschallquellen in der Umgebung und bei Weitem nicht die stärkste Quelle für Infraschall, wie Abbildung 1 verdeutlicht:



Quelle: „Windenergie und Infraschall“, LUBW, 2014

Abbildung 1: Infraschall ist allgegenwärtig.

Zur Wahrnehmung von Infraschall

Langzeit-Geräuschimmissionsmessungen an einer 1-MW-Windenergieanlage (vgl. Tabelle 2) haben ergeben, dass Infraschallpegel nicht über der Hörschwelle des Menschen liegen. Die Messergebnisse beinhalten dabei aber nicht nur die gemessenen Infraschallpegel, die durch die betriebene Windenergieanlage entstanden sind, sondern auch den typischen Infraschall des Windes selber. Eine entsprechende Fremdgeräuschkorrektur der gemessenen Pegel, mit deren Hilfe der Infraschall, den die WEA verursacht, bestimmt werden kann, wurde nicht durchgeführt.

Das Landesumweltamt Baden-Württemberg führte zudem 2013 Messprojekte an Windenergieanlagen in verschiedenen Leistungsbereichen durch. Die Ergebnisse zeigen die gute Messbarkeit von Infraschall in der Nähe der Anlagen, die



Abnahmen des Infraschallpegels und die Wahrnehmungsschwelle im Abstand von 150 bis 200 m und keine nennenswerte Zunahme des Infraschallpegels ab einem Abstand von 700 m im Vergleich zur Messung bei abgeschalteter Anlage.¹ In diesem Abstand ist der von Windenergieanlagen ausgehende Infraschall schwächer als der des Windes.

Frequenz (Hz)	8	10	12,5	16	20
Infraschallpegel WEA (dB)	72	71	69	68	65
Hörschwelle Mensch (dB)*	103	95	87	79	71

*Anmerkung: zum Vergleich Hörschwelle des Menschen nach DIN 45680

Tabelle 1: Infraschallpegel, ermittelt in 250 m Abstand von einer 1-MW-Windenergieanlage bei einer Windgeschwindigkeit von 15 m/s im Vergleich zum Hörschwellenpegel²

Ab bestimmten Entfernungen ist der Infraschall, der von Windenergieanlagen ausgeht, nicht mehr vom Hintergrundschall zu unterscheiden. Die deutschlandweite Befragung der Immissionsschutzbehörden über Konflikte mit Infraschall und tieffrequenten Geräuschen im Rahmen der UBA Machbarkeitsstudie³ ergab keinen wissenschaftlichen Beleg (z.B. Messbericht) für einen tatsächlich auf Infraschall zurückzuführenden Immissionskonflikt aus dem Umfeld von Bestandswindenergieanlagen.

Hinsichtlich des Infraschallpegels macht es keinen Unterschied, ob ein Wohnhaus in 250m Entfernung von Meeressbrandung oder von einem Windrad steht. Weit höhere Werte lassen sich beispielsweise im Innenraum eines schnellfahrenden Mittelklasse PKWs messen.⁴

Berücksichtigung zum Schutz des Menschen

Im Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) wird das Grundrecht, das „Recht auf körperliche Unversehrtheit“, als Schutz- und Vorsorgegrundsatz festgehalten und konkretisiert. Die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) schreibt den Umgang mit schädlichen Umweltwirkungen durch Geräusche vor. So sind tieffrequente Geräuschen im Einzelfall nach den örtlichen Verhältnissen zu beurteilen. Es wird davon ausgegangen, dass schädliche Umwelteinwirkungen insbesondere auftreten können, wenn in schutzbedürftigen Räumen bei geschlossenen Fenstern deutlich wahrnehmbare tieffrequenten Geräusche einen bestimmten Wert überschreiten. Die Hinweise zur Ermittlung und Bewertung tieffrequenter Geräusche sind mit dem Verweis auf die DIN 45860, der Norm zur Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräusche im Anhang A1.5 der TA Lärm festgehalten.⁵

¹ LUBW: Tieffrequente Geräusche und Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen. Bericht über die Ergebnisse des Messprojektes 2013 -2015

² HAMMERL, C. U. J. FICHTNER (2000): „Langzeit-Geräuschimmissionsmessung an der 1-MW- Windenergieanlage Norde N54 in Wiggensbach bei Kempten (Bayern)“. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Januar 2000

³ Umweltbundesamt (2014): Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall. Entwicklung von Untersuchungsdesigns für die Ermittlung der Auswirkungen von Infraschall auf den Menschen durch unterschiedliche Quellen. Dessau-Roßlau, 2014, S. 63f

⁴ LUBW(2014): Windenergie und Infraschall.

⁵ www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwvbund_26081998_JG19980826.htm

⁸ McCunney, Robert J. MD, MPH; Mundt, Kenneth A. PhD; Colby (2014): Wind Turbines and Health: A Critical Review of the Scientific Literatur. http://journals.lww.com/joem/Fulltext/2014/11000/Wind_Turbines_and_Health__A_Critical_Review_of_the.9.aspx (abgerufen: 11.03.2015)



Beeinträchtigung der Gesundheit? - Zusammenfassung wissenschaftlicher Untersuchungen

Hohe Intensitäten oberhalb der Wahrnehmungsschwelle bei Einwirkung von Infraschall können ermüdend, konzentrationsmindernd wirken und die Leistungsfähigkeit beeinträchtigen. Auch Unsicherheits- und Angstgefühle konnten in Laboruntersuchungen auf die Einwirkung von Infraschall zurückgeführt werden.

Der von Windenergieanlagen erzeugte Infraschall liegt in der Umgebung allerdings deutlich unter den Wahrnehmungsgrenzen des Menschen. Nach heutigem Stand der Wissenschaft sind schädliche Wirkungen nicht zu erwarten. Zu diesem Schluss kommt eine Literaturstudie des Massachusetts Institute of Technology 2014.⁶ Die gemessenen Infraschallwerte reichen in den regelmäßigen Entfernungen von Windenergieanlagen zur Wohnbebauung nicht an die unteren Hörschwellengrenzwerte heran. Es besteht kein Zusammenhang zwischen WEA in der näheren Umgebung und dem Gefühl der Belästigung. Das Gefühl der Belästigung ist stärker bestimmt von persönlichen Einstellungen als dem tatsächlichen Geräuschpegel. Eine Verbindung zwischen tieffrequenten Schallwellen oder Infraschallwellen durch WEA und der Gefährdung menschlicher Gesundheit konnte nicht festgestellt werden. Dies schlussfolgert auch das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung im „Faktenpapier Windenergie und Infraschall“ von 2015⁷. Die Bundesärztekammer verweist ebenso auf die Publikation des Landesprogrammes Bürgerforum Energieland Hessen im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung.⁸

Eine Untersuchung des Bayerischen Landesamtes für Umwelt von 2000⁹ zeigt auf, dass bei einer 1-MW-Windenergieanlage in einem Abstand von 250 m Infraschall nicht wahrnehmbar ist. Das Landesumweltamt Baden-Württemberg¹⁰ stellt bei der Messung von 2013 an verschiedenen Anlagen fest, dass nach 700 m der Infraschall durch Umgebungsgeräusche nahezu vollständig überlagert wird. Eine umfassende Studie des kanadischen Gesundheitsministeriums¹¹ mit 1238 Haushalten kommt zu dem Schluss, dass es keine Hinweise über Krankheitssymptome gibt, die sich durch An- oder Abwesenheit von Schallwellen von Windenergieanlagen verändert hätten oder entstanden wären. Die Untersuchungen ergaben, dass das individuelle Belästigungsgefühl unabhängig davon ist, ob die WEA läuft oder nicht.

Es gibt Menschen, die unter Beschwerden leiden. Auch wenn Forscher die vermeintliche Ursache-Wirkungs-Beziehung zwischen Anlagen und Symptomen bislang nicht nachvollziehen können, so sind die Beschwerden doch real und müssen ernst genommen werden. So sei der sogenannte Nocebo-Effekt so zu beschreiben, dass es nicht die akustischen oder optischen Signale der Windenergieanlage selbst, sondern die Befürchtung, dass diese gesundheitsschädlich seien, das Unbehagen auslösen.

Das Umweltbundesamt hält im Positionspapier vom November 2016¹² zu möglichen gesundheitlichen Effekten von Windenergieanlagen fest, dass die Infraschallbelastung durch Windenergieanlagen im Vergleich zu anderen sowohl

⁷ Hessen (2015): Faktenpapier Windenergie und Infraschall (S.18)

⁸ Bundesärztekammer (2015): Beratungsergebnisse zu Beschlüssen der Deutschen Ärztetage (S.44)
http://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/pdf-Ordner/119.DAET/Beratungsergebnisse_2014-2015.pdf

⁹ Bayerisches Landesamt für Umwelt (2014): Windenergieanlagen – beeinträchtigt Windenergie die Gesundheit? www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_117_windkraftanlagen_infraschall_gesundheit.pdf (abgerufen: 11.3.2015)

¹⁰ LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden Württemberg (2014): Zwischenbericht Tieffrequente Geräusche und Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen. http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/223895/2015-02-04_Zwischenbericht_final.pdf?command=downloadContent&filename=2015-02-04_Zwischenbericht_final.pdf

¹¹ Health Canada (2014): "Wind Turbine Noise and Health Study". <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/environmental-workplace-health/noise/wind-turbine-noise/wind-turbine-noise-health-study-summary-results.html#tphp> (abgerufen 25.10.2018)

¹² UBA (2016): Mögliche gesundheitliche Effekte von Windenergieanlagen. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/161128_uba_position_windenergiegesundheit.pdf (abgerufen 25.10.2018)



natürlichen als auch anthropogenen Quellen so gering ist, dass es nicht zu negativen Auswirkungen auf die Gesundheit kommt.

Die Wahrnehmung von Infraschall ist sehr individuell. Generell ist jedoch festzuhalten, je tiefer die Frequenz ist, desto höher muss der Schalldruckpegel sein, um vom Menschen wahrgenommen zu werden. Windenergieanlagen erzeugen im Regelbetrieb keine hohen Schalldruckpegel. Gesundheitliche Beeinträchtigungen die durch Infraschallemissionen von Windenergieanlagen verursacht werden, sind nach wie vor nicht nachgewiesen. Bei den inzwischen etablierten Abständen zwischen WEA und Wohnbebauung, aber auch im direkten Umfeld der Anlagen, wird sowohl die Hörschwelle nach DIN 45680 als auch die niedrigere Hör- und Wahrnehmungsschwelle nach dem Entwurf von 2013 nicht erreicht. Die Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz hält in ihren aktuellen Hinweisen zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen fest, dass die Infraschallerzeugung moderner Windenergieanlagen selbst im Nahbereich unter der Wahrnehmungsschwelle des Menschen liegt und keine Gesundheitsschädigungen und erhebliche Belästigungen nach diesem Erkenntnisstand zu erwarten sind.¹³

Verschiedene Forschungsprojekte widmeten sich Belastungseffekten aufgrund der Wahrnehmung von Windenergieanlagen. Dabei wurde unter anderem experimentell festgestellt, dass bereits die Erwartung negativer Symptome durch Infraschall eben zu dieser Wahrnehmung führt. Gleichermaßen wurde beobachtet, dass bei positiver Erwartungshaltung gegenüber Infraschall sich eine Besserung physischer Symptome einstellte.

Wichtig ist es grundsätzlich Anwohner frühzeitig in die Projektplanung einzubeziehen, Belästigungen in der Bauphase zu minimieren und geäußerten Bedenken und Befürchtungen sachlich zu begegnen. Deutlich hervorzuheben ist zudem, dass bei der Energieerzeugung aus Windenergie im Gegensatz zur konventionellen Energieerzeugung keinerlei Luftschadstoffe emittiert werden und dies insgesamt ein sehr positiver Nutzen für Umwelt und Gesundheit ist.

Einer im Juli 2017 veröffentlichten Studie zur Folge, die im Auftrag des Wirtschaftsministeriums in Finnland erstellt wurde, sei der Windenergienutzung für die menschliche Gesundheit unbedenklich. Der gemessene WEA-Infraschallpegel ging nicht über einen Infraschallpegel im städtischen Umfeld hinaus. Im Herbst wird eine Folgestudie aufgesetzt, die die gesundheitliche Beeinflussung von Anwohnern im nahen Umfeld von Windparks untersucht. Es sollen dabei die Effekte in den Häusern der Anwohner gemessen werden.

Rechtsprechung zu Infraschall

Auch die Rechtsprechung hat sich mit dem Thema Infraschall auseinandergesetzt. Im Wesentlichen wurde festgestellt, dass nicht davon ausgegangen werden kann, dass moderne Windenergieanlagen tieffrequente Geräusche, insbesondere Infraschall, in einem beeinträchtigenden Ausmaß erzeugen.¹⁴ Aus verschiedenen Untersuchungen folgt, dass „Infraschall“ von Windkraftanlagen ebenso wie der von natürlichen Quellen erzeugte Infraschall (Wind, Meeresbrandung etc.) die Schwelle der Belastung nicht überschreitet.¹⁵ Neuere Erkenntnisse, die eine solche Beurteilung der Unbedenklichkeit in Frage stellen könnten, lassen sich keinesfalls aus der Überarbeitung der DIN 45680 ableiten.

¹³ LAI Hinweise für Schallimmissionsschutz (2016) veröffentlicht 2017 https://www.lai-immissionsschutz.de/documents/20171201-top09_1_anlage_lai_hinweise_wka_stand_2016_06_30_veroeffentlicht_2_1512116255.pdf (abgerufen 25.10.2018)

¹⁴ Hess. VGH, Beschlüsse vom 13.07.2011 - 9 A 482/11.Z - und vom 21.01.2010 - 9 B 2922/09 - m. w. N.; so auch OVG Lüneburg, Urteil vom 18.05.2007 – Aktenzeichen 12LB807; OVG Saarlouis vom 23.01.2013, Aktenzeichen 3 A 287/13).

¹⁵ vgl. Hess. VGH, Beschlüsse vom 13.07.2011 - 9 A 482/11.Z - und vom 21.01.2010 - 9 B 2922/09 - m. w. N.; so auch OVG Lüneburg, Urteil vom 18.05.2007 – Aktenzeichen 12LB807 ; OVG Saarlouis Beschlüsse vom 4.5.2010 - Aktenzeichen 3B7710 3 B 77/10 -, vom 10.12.2010 - Aktenzeichen 3B25010 3 B 250/10 - und zuletzt vom 11.9.2012 - Aktenzeichen 3B11412 3 B 114/12). Hessischer Verwaltungsgerichtshofes (Beschluss vom 26.9.2013, Aktenzeichen 9 B 1674/13)



Fazit

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.

Weitere Informationen

UBA Umweltbundesamt (2016): Mögliche gesundheitliche Effekte durch Windenergieanlagen. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/161128_uba_position_windenergiegesundheit.pdf

Hessen (2015): Faktenpapier Windenergie und Infraschall. https://www.energieland.hessen.de/pdf/faktenpapier_windenergie_und_infraschall_2015.pdf

LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2016): Faltblatt Windenergie und Infraschall. <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/223628/>

LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2016): Fragen und Antworten zu Windenergie und Schall. <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/255800/>

LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2016): Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen. <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/257896/>

Bundesärztekammer (2015): Beratungsergebnisse zu Beschlüssen der Deutschen Ärztetage. http://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/pdf-Ordner/119.DAET/Beratungsergebnisse_2014-2015.pdf

Bayerisches Landesamt für Umwelt (2014): Windenergieanlagen – beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit. www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_117_windkraftanlagen_infraschall_gesundheit.pdf

Ansprechpartner

Abteilung Fachgremien
Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE)
Neustädtische Kirchstraße 6
10117 Berlin

Email: fachgremien@wind-energie.de