



Dokumentation

Infraschall

Studien zu Wirkungen auf Mensch und Tier

Infraschall

Studien zu Wirkungen auf Mensch und Tier

Aktenzeichen: WD 8 - 3000 - 099/19
Abschluss der Arbeit: 12. August 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.	Schallausbreitung und Messungen	5
3.	Wirkungen auf den Menschen	8
4.	Wirkungen auf die Tierwelt	11
5.	Quellenverzeichnis	13

1. Einleitung

Infraschall ist Schall der vom Menschen nicht gehört, aber über den Körper als Vibration wahrgenommen wird. Er liegt im Frequenzbereich unter 20 Hertz (Hz). Dieser Schall kann aus künstlichen Quellen (Verkehr, Rüttler, Vibratoren, Wärmepumpen, Biogasanlagen, Kälte- und Klimaanlage) oder natürlichen Quellen (Meeresbrandung, starker böiger Wind, Stürme und Unwetter) stammen. Bei der Nutzung der Windkraftanlagen zum Beispiel entsteht unbestritten Infraschall.

Als Schallemission werden Schallwellen bezeichnet, die von einer Quelle ausgesendet werden, als Schallimmission bezeichnet man Schallwellen, die auf ihre Umwelt einwirken.

Rechtliche Grundlage zur Überprüfung der Schallemissionen ist die „Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm“ (TA-Lärm), in der jeweils konkrete Vorgaben für Geräuschpegel festgelegt sind, die in Wohn-, Misch- oder Gewerbegebieten nicht überschritten werden dürfen.¹

Das Umweltbundesamt schreibt dazu: „Die besondere Charakteristik von tieffrequenten Geräuschimmissionen wird innerhalb des Beurteilungsverfahrens der TA Lärm (Nummer 7.3) durch einen Verweis auf DIN 45680 berücksichtigt. Trotz einer Einhaltung der Anforderungen dieser Norm kann es im Umfeld von gewerblichen Anlagen mit tieffrequenten Immissionsanteilen zu Beschwerden von Anwohnerinnen und Anwohnern kommen, die sich von derartigen Anlagen belästigt und in ihrer Gesundheit beeinträchtigt fühlen.“²

„Neuerdings wird aber auch die gesundheitliche Auswirkung von „nicht hörbarem Schall“ sowohl im Bereich Ultra- als auch Infraschall zunehmend wissenschaftlich untersucht – nicht zuletzt im Rahmen einer breiten Diskussion zu gesundheitlichen Risiken aus Windkraftanlagen. Die

1 Bundesministerium für Justiz und Verbraucherschutz (BMJV) (2019). „Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge“, <https://www.gesetze-im-internet.de/bimSchg/>

39. BImSchV „Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen“, https://beck-online.beck.de/Dokument?vpath=bibdata%2Fges%2FbimSchv_39%2Fcont%2FbimSchv_39.inh.htm&anchor=Y-100-G-BIMSCHV_39

Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft (2019). Referentenentwurf zur Aktualisierung, https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Glaeserne_Gesetze/19_Lp/ta_luft/entwurf/ta_luft_180716_refe_bf.pdf

2 Umweltbundesamt (UBA) (2017). „Tieffrequente Geräusche“, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/laermwirkung/tieffrequente-gerauesche#textpart-2> vom 7.4.2017

DIN 45680:1997-03 Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft ist in Überarbeitung. Nach derzeitiger Rechtslage ist die DIN 45680 in der Fassung von 1997 bindend.

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) hat in diesem Zusammenhang in einem internationalen Kooperationsprojekt die Grenzbereiche des Hörens (Infra- und Ultraschall) untersucht.“³

Zwei Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste beschreiben eine Auswahl von Untersuchungen über die Wirkungen von Infraschall, insbesondere von Windenergieanlagen, für Mensch und Tier, deren Ergebnisse bis 2015 zur Verfügung standen.⁴

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit neueren Untersuchungen zur Wirkung von Infraschall auf den Menschen und die Tierwelt.

2. Schallausbreitung und Messungen

„Allgemein werden Frequenzen bis 100 Hz als tieffrequenter Schall bezeichnet. Obwohl die Empfindlichkeit des Ohres 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 der Mensch eine Wahrnehmung erfährt. So muss der Schalldruckpegel im Infraschallbereich bei 3 Hz bei 120 dB liegen, damit der Mensch etwas wahrnimmt. Im Vergleich dazu genügen bei 100 Hz 23 dB. Einige Tierarten (Elefanten, Tiger, Wale) können mit Hilfe von Infraschall kommunizieren.“⁵

3 Physikalisch-Technische-Bundesanstalt (PTB) (2015). „Kann man „unhörbaren“ Schall hören?“, https://www.ptb.de/cms/direkteinstieg/oeffentlichkeit/nachrichten/nachricht.html?tx_news_pi1%5Bnews%5D=5963&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&tx_news_pi1%5Bday%5D=10&tx_news_pi1%5Bmonth%5D=7&tx_news_pi1%5Byear%5D=2015&cHash=9c002aff859fa960e4f573d3e6bd820c

Europäische Gesellschaft für gesundes Bauen und Innenraumhygiene (EGGBI) (2018). „Gesundheitsrisiko Schall“, http://www.eggbi.eu/fileadmin/EGGBI/PDF/Gesundheitsrisiko_Schall.pdf vom 10.7.2015

Physikalisch-Technische-Bundesanstalt (PTB) (2015). „Aussagekraft der Ergebnisse des EARS-Projekts für Windkraftanlagen“, https://www.ptb.de/cms/ptb/fachabteilungen/abt1/nachrichten1/nachricht-aus-der-abteilung-1.html?tx_news_pi1%5Bnews%5D=6398&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&tx_news_pi1%5Bday%5D=11&tx_news_pi1%5Bmonth%5D=8&tx_news_pi1%5Byear%5D=2015&cHash=bdb32d8e967f582125eb573c7c80d9cd vom 11.8.2015

4 Deutscher Bundestag Wissenschaftlichen Dienste (2014). „Emission durch Infraschall bei Windkraftanlagen - Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen“, WD 8-083-14, <https://www.bundestag.de/resource/blob/405908/f9557d9addc7d8b18d583ed6139727e5/wd-8-083-14-pdf-data.pdf>

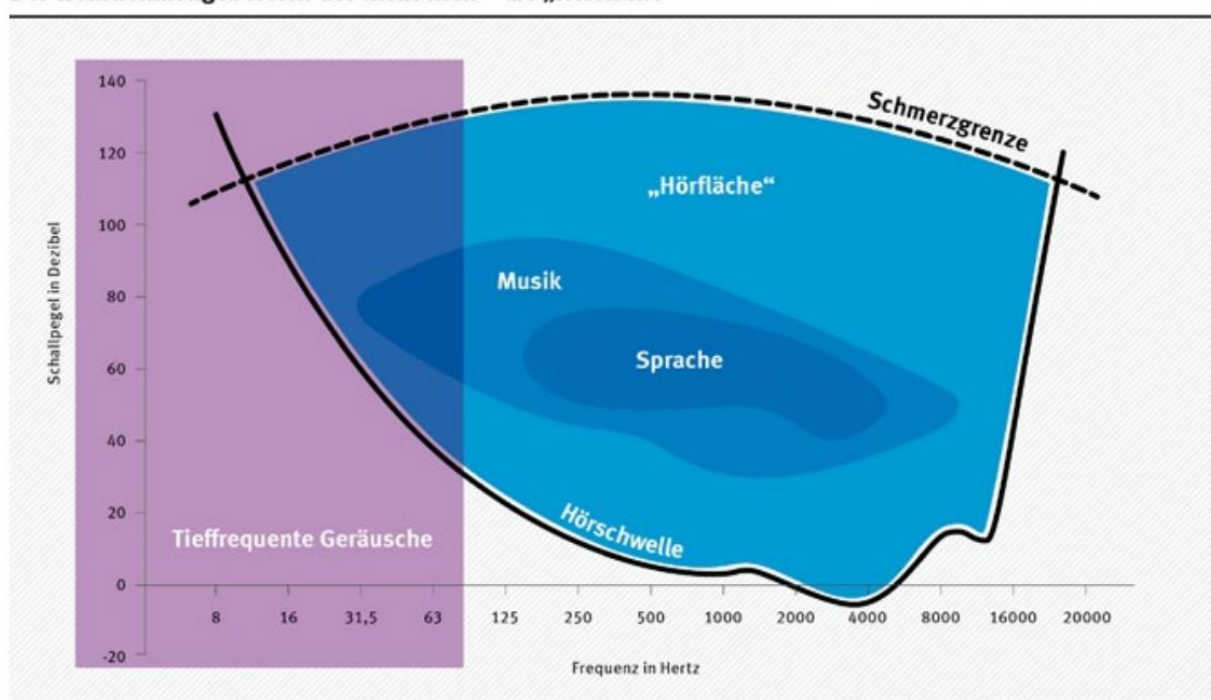
Deutscher Bundestag Wissenschaftlichen Dienste (2015). „Emission durch Infraschall bei Windkraftanlagen“, WD 8-043-15

Wissenschaftliche Dienste (2015). „Emission von Infraschall durch Windenergieanlagen“, WD 8 - 043-2015, <https://www.bundestag.de/resource/blob/405908/f9557d9addc7d8b18d583ed6139727e5/wd-8-083-14-pdf-data.pdf>

5 Deutscher Naturschutzring (DNR) (2012). „Grundlagenarbeit für eine Informationskampagne ‚Umwelt- und naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (onshore)‘ - Analyseteil“, Seite 37f, <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/documents/10184/61110/Windkraft-Grundlagenanalyse-2012.pdf/656de075-a3d2-4387-aa30-7ec481c46c5c>

In der folgenden Grafik zeigt die untere Kurve die Grenze der menschlichen Hörschwelle und die Abhängigkeit der Schwelle von der Frequenz und dem Schalldruckpegel. Die Hörschwelle ist auch vom individuellen Empfinden abhängig. „Die sogenannte „Hörfläche“ beschreibt die durchschnittliche menschliche Wahrnehmung von Geräuschen. Der Schall kann im niedrigen Frequenzbereich erst bei höherer Lautstärke wahrgenommen werden. Gleichzeitig kann der Geräuschklang nicht mehr differenziert werden, auch wenn unterschiedliche Tonhöhen in diesem Bereich auftreten. Dies ist der Grund, weshalb tieffrequente Geräusche allgemein als „Brummen“ bezeichnet werden. Die tieffrequenten Geräusche werden häufig erst wahrnehmbar, wenn im restlichen Wahrnehmungsbereich nur wenige bis gar keine Geräusche mehr zu hören sind. [...] Neben hörbarem Brummen können stark ausgeprägte tieffrequente Geräusche auch Druckgefühle, Unwohlsein usw. verursachen. Das periodische Auf- und Abschwelen der Lautstärke oder das regelmäßige Ein- und Ausschalten von Geräuschquellen gelten als eine weitere Ursache für die erhöhte Störwirkung.“⁶

Der Wahrnehmungsbereich des Menschen – die „Hörfläche“



Quelle: Umweltbundesamt

„Infraschall (< 20 Hz) hat andere Eigenschaften als Schall mit höheren Frequenzen. Die Übertragung erfolgt mit einer Wellenlänge von 340 Metern bei 1 Hz, bis 17 Meter bei 20 Hz, durch die Luft (Luftschall) und durch Schwingungen in Festkörpern (Körperschall). Aufgrund seiner großen Wellenlänge wird Infraschall von Schutzwällen oder Gebäuden kaum gedämpft und kann sie

6 Umweltbundesamt (UBA) (2017). „Tieffrequente Geräusche im Wohnumfeld Ein Leitfaden für die Praxis“, Seite 8, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/170313_uba_fb_tieffrequente_gerauesche_bf.pdf

nahezu ungehindert durchdringen. Der Schalldruckpegel, damit auch die wahrnehmbare Lautstärke, nimmt daher hauptsächlich über die Entfernung und relativ unabhängig von der Umgebung ab.“⁷

Eine ausführliche Darstellung der physikalischen Gesetzmäßigkeiten, Messungen bzw. Berechnungen und technischer Grundlagen zu Infraschall hat das Umweltbundesamt verfasst.⁸

Über das Messverfahren und inwieweit Infraschall auch unterhalb von 8 Hz gemessen werden soll, gehen die Meinungen auseinander. Journalisten kritisieren, dass bei Messungen, wie nach DIN vorgegeben, Mittelungen durchgeführt und tonale Spitzen geglättet werden. Wie diese Korrekturen durchgeführt werden und was darunter zu verstehen ist, erklärt ein Video.⁹

Verschiedene Projekte sollen helfen Untersuchungen zu Infraschall bei tieferen Frequenzen und Schallpegeln genauer zu messen. Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) hat beispielsweise Projekte hierzu durchgeführt und forscht weiter an technischen Verbesserungen:¹⁰ „Ebenfalls innerhalb des „EARS 2“-Projekts wurden auch die technischen Voraussetzungen für mehrere Experimente, die die Wirkung von Infraschall auf den Menschen untersuchen werden, mit Projektpartnern vorbereitet. In der Arbeitsgruppe Hörschall wurde ein Versuchsaufbau zur Untersuchung der Wirkung einer Kombination von Infraschall und Hörschall in Betrieb genommen und eine umfangreiche Hörversuchsreihe durchgeführt.“¹¹

„In der AG Geräuschmesstechnik wurden im EMPIR-Projekt EARS2 spezielle Infraschall- und Ultraschallquellen für den Einsatz in Langzeitstudien zur Wahrnehmung von nichthörbarem

7 Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2015). „Faktenpapier Windenergie und Infraschall“, https://www.energieland.hessen.de/pdf/Faktenpapier_Windenergie_und_Infraschall_2015.pdf

Fülbier, V. (2017). „Aktuelle Fragen zu Infraschall-Immissionen von Windenergieanlagen“, ZUR 2017, 399, <https://beck-online.beck.de/Dokument?vpath=bib-data%2Fzeits%2Fzur%2F2017%2Fcont%2Fzur.2017.399.1.htm&pos=2&hlwords=on&lasthit=True>

8 Umweltbundesamt (UBA) (2018). „Grundlagen der Akustik“, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/verbraucherservice-laerm/grundlagen-der-akustik#textpart-1> vom 11.6.2018

9 ZDF (2018). Video „Infraschall - Unerhörter Lärm“, <https://www.zdf.de/dokumentation/planet-e/planet-e-infraschall---unerhoerter-laerm-100.html> vom 4.11.2018, verfügbar bis 1.11.2019

Krahé, D., Bergische Universität Wuppertal (2017). Vortrag „DIN 45680 „Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft“, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/dokumente/170314_tieffrequenter_laerm_06_krahe.pdf

Ärzte für Immissionsschutz (AIFIS) (2015). „Überlegungen zu ‚unter 8 Hz‘“, <https://aefis.jimdo.com/app/download/7526493876/Unter+8+Hz.pdf?t=1457125361>

10 Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) (2019). „Forschungsnachrichten aus dem Fachbereich“, <https://www.ptb.de/cms/ptb/fachabteilungen/abt1/fb-16/nachrichten.html>, vom 7.8.2019

11 Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) (2017). „Schall“, https://www.ptb.de/cms/fileadmin/inter-net/publikationen/jahresberichte/jahresbericht_2017/Abteilungsberichte_2017/AL_1_online.pdf und <https://www.ptb.de/cms/ptb/fachabteilungen/abt1/fb-16/ag-161.html>

Schall entwickelt und jeweils eine Serie von Geräten an den Projektpartner ausgeliefert. Sie werden weiterhin betreut.“¹²

Infraschall kann auch andere Messverfahren stören. Zu den Aufgaben der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) gehören auch Messungen, die die Einhaltung des umfassenden Kernwaffenteststopp-Abkommens (CTBT - Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty) kontrollieren. Um Störung der Messungen durch Infraschall zu vermeiden, muss nach Angaben des BGR zwischen der Messstation und den Windenergieanlagen ein Abstand von 20 km eingehalten werden.¹³

3. Wirkungen auf den Menschen

Eine Studie des Umweltbundesamtes „Machbarkeitsstudie zu den Wirkungen von Infraschall“ aus dem Jahr 2014 wird überarbeitet. Das aktuelle Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes „Lärmwirkungen von Infraschallimmissionen“ läuft von 2015 bis 2018. Die folgende Grafik gibt einen visuellen Überblick über den Kenntnisstand der Wirkungen von Infraschall unterhalb von 20 Hz und markiert den Bereich in dem noch Forschungsbedarf gesehen wird. Die Autoren zeigen auch, dass es im Bereich unterhalb 20 Hz und 70 dB keine Hinweise auf negative Auswirkungen gibt.¹⁴

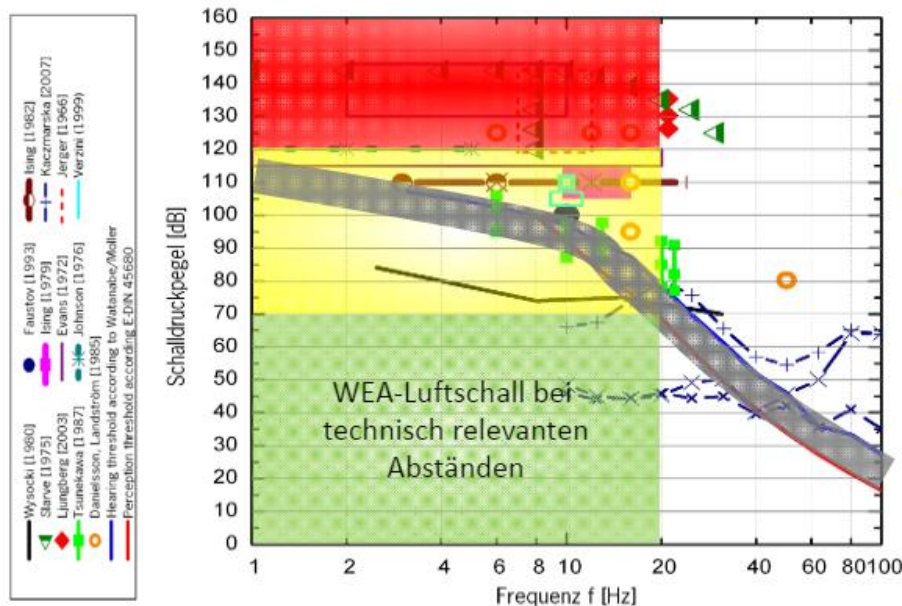
Die bisherigen Kenntnisse über Wirkungen von Infraschall auf den Menschen fasst eine Veröffentlichung des Bayerischen Landesamts für Umwelt und des Bayerischen Landesamts für Gesundheit zusammen.¹⁵

-
- 12 Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) „Jahresbericht 2018“, https://www.ptb.de/cms/fileadmin/inter-net/publikationen/jahresberichte/jahresbericht_2018/Abteilungsberichte_2018/AL_1_online.pdf
 - 13 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) (2019). „Deutsche IMS-Station: Infraschallstation I26DE (IS26)“ https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Erdbeben-Gefahrungsanalysen/Seismologie/Kernwaffenteststopp/Verifikation/Infraschall/Stationen/I26DE/i26de_node.html vom 5.8.2019
 - 14 Möhler + Partner Ingenieure AG (2016). Vortrag „Machbarkeitsstudie und aktuelle Studie des Umweltbundesamtes, DIN 45680“, http://www.energiedialog-bw.de/wp-content/uploads/2016/08/Abschlusspr%C3%A4sentation_Elzach.pdf
 - 15 Bayerisches Landesamt für Umwelt, Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (2016). „Windenergieanlagen – beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?“, Kapitel 1 „Wie wirkt Infraschall auf den Menschen?“, https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_117_windkraftanlagen_infraschall_gesundheit.pdf

Machbarkeitsstudie wesentliche Erkenntnisse - negative Wirkungen



Kein einheitliches Bild über Wirkungen von Infraschall



negative
Wirkungen
 $L_{is} >> 120 \text{ dB}$

Forschungsbedarf
 $70 < L_{is} < 120 \text{ dB}$

keinerlei
Hinweise auf
negative
Auswirkungen

Hör-/
Wahrnehmungsschwelle

Infraschall und Windkraftanlagen
Kiel, 03.06.2016

Folie Nr. 7

In einem aktuellen Übersichtsartikel des Ärzteblattes fassen die Autorinnen die Ergebnisse der bisherigen Studien zur Wirkung von Infraschall zusammen: „Offenbar lässt der derzeitige Forschungsstand die Schlussfolgerung zu, dass der niederfrequente Infraschall durchaus auf isolierte Präparate wirkt und sich in Veränderungen in der Bildgebung niederschlägt. Zumindest einige Symptome und Beschwerden von Betroffenen ließen sich mit der Beeinflussung von Cochlea und Vestibularapparat erklären. Das Umweltbundesamt schließt Gesundheitsschäden durch eine kurz- und langfristige Exposition gegenüber Infraschall ebenfalls nicht aus. Eine negative Erwartungshaltung könnte auch eine Rolle spielen. Insofern bedarf es dringend epidemiologischer Studien, die das genauer untersuchen.“¹⁶ Die Bürgerinitiative „windwahn.de“ hat zu den Ausführungen der Autoren ausführlich Stellung genommen und eine Liste von Betroffenen und ihren Beschwerden zusammengestellt.¹⁷

16 Lenzen-Schulte, M.; Schenk, M., Deutsches Ärzteblatt (2019). „Dtsch Arztebl 2019; 116(6): A-264 / B-219 / C-219, <https://www.aerzteblatt.de/archiv/205246/Windenergieanlagen-und-Infraschall-Der-Schall-den-man-nicht-hoert>

17 Windwahn.de (2019). „Windenergieanlagen und Infraschall – Deutsches Ärzteblatt macht Infraschall zum Thema im Medizinreport“, <https://www.windwahn.com/2019/02/11/windenergieanlagen-und-infraschall-deutsches-aerzteblatt-macht-infraschall-zum-thema-im-medizinreport/> vom 11.2.2019

„Anhand einer retrospektiven Beobachtungsstudie wurde [im Rahmen einer Studie der Deutsche Schutzgemeinschaft Mensch und Tier e.V. (DSGS)] der Frage nachgegangen, ob gesundheitliche Schädigungen von Anwohnern durch den Betrieb von Windenergieanlagen vorliegen.“ Die Studie kommt zu dem Schluss „In kausalem Zusammenhang mit dem Betrieb von Windenergieanlagen in behördlich erlaubten Entfernungen zur Wohnbebauung treten mit hoher Signifikanz reproduzierbare schwere Schlafstörungen auf, die das Maß von Belästigung oder bloßer Störung weit überschreiten und als ernste Gesundheitsschädigung einzustufen sind.“¹⁸

Forscher der Universität Mainz untersuchen wie Infraschall die Kraft des Herzmuskels beeinflusst. Nach Aussage der Forscher zeigt das Ergebnis eine eindeutige Verminderung der Herzmuskelkraft bei Beschallung mit Infraschall-Signalen.¹⁹

Ebenfalls Forscher der Universität Mainz untersuchten das Verhalten von Herzgewebeproben, die Infraschall ausgesetzt wurden. Die Ergebnisse zeigten, dass Infraschall die Kraft des Herzmuskels verändert.²⁰

Die Autoren einer Übersichtsstudie untersuchten Artikel, die von 2009 bis 2017 veröffentlicht wurden. Die Analyse der zehn Übersichtsarbeiten und 22 Studien lieferte, nach Aussage der Autoren, keine Hinweise auf eine spezifische Wirkung der niederfrequenten Komponente oder des Infraschalls.²¹

Mathys, W. (2019). „Bewertung der gesundheitlichen Wirkungen von Windkraftanlagen auf den Menschen - Eine Zusammenstellung nationaler und internationaler Erfahrungen über die Wirkungen von Schall/Infraschall“, https://www.gegenwind-greven.de/app/download/6886410/Argumente_Gesundheit010719.pdf

- 18 Kaula, S., DSGS e.V. (2019). Studie „Untersuchung zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen von Anwohnern durch den Betrieb von Windenergieanlagen in Deutschland anhand von Falldokumentationen“, <https://www.dsgs.info/cm4all/uproc.php/0/Aktuelles/DSGS%20e.V.%20Studie.pdf?cdp=a&=16ade330230>
- 19 Universität Mainz, Arbeitsgruppe Infraschall (2018). „Are There Harmful Effects Caused by the Silent Noise of Infrasound Produced by Windparks? An Experimental Approach“, http://www.unimedizin-mainz.de/typo3temp/secure_downloads/36494/0/975774ff6dfc92fdb6dfff9d1d607fa946945d8/Infrasound_Thorac_cardiovasc_Surg_2018.pdf
- 20 Vahl, C.F., et al., Universität Mainz (2018). „Are There Harmful Effects Caused by the Silent Noise of Infrasound Produced by Windparks? An Experimental Approach“, in: Thorac cardiovasc Surg 2018; 66(S 01): S1-S110 DOI: 10.1055/s-0038-1628066, http://www.unimedizin-mainz.de/typo3temp/secure_downloads/36494/0/975774ff6dfc92fdb6dfff9d1d607fa946945d8/Infrasound_Thorac_cardiovasc_Surg_2018.pdf
- 21 Van Kamp, I., van den Berg, F. (2017). „Health Effects Related to Wind Turbine Sound, Including Low-Frequency Sound and Infrasound“, in Acoustics Australia / Australian Acoustical Society 46(82) October 2017, DOI: 10.1007/s40857-017-0115-6, https://www.researchgate.net/publication/320579704_Health_Effects_Related_to_Wind_Turbine_Sound_Including_Low-Frequency_Sound_and_Infrasound
- Van Kamp, I., van den Berg, F., National Institute for Public Health and the Environment (FOEN) (2017). „Health effects related to wind turbine sound“, https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/en/dokumente/laerm/externe-studien-berichte/health-effects-related-to-wind-turbine-sound.pdf.download.pdf/2017.08.20_Health_effects_related_to_wind_turbine_sound.pdf

Eine Forschergruppe untersuchte die Transduktion und somatischen Effekte von tieffrequenten Schall und Infraschall. Sie kam zu dem Ergebnis, dass noch erhebliche offene Fragen im Zusammenhang mit der Messung und Ausbreitung von tieffrequenten und Infraschall und deren Kodierung durch das zentrale Nervensystem, die für mögliche wahrnehmbare und physiologische Effekte relevant sind, besteht. Der Artikel identifiziert eine Reihe von möglichen Forschungsgebieten.²²

Forscher der Universität Hamburg Eppendorf untersuchten Auswirkungen von Infraschall auf das Gehirn. Sie fanden heraus, dass unterhalb der individuellen Hörschwelle dargebotener Infraschall bestimmte Regionen des Gehirns aktiviert. Es sind Regionen, die an der Verarbeitung von Stress und Konflikten beteiligt sind.²³

In Anlehnung an frühere Forschungsarbeiten untersuchten Forscher den Zusammenhang von sehr tieffrequenten Infraschalleinwirkungen (etwa 0.7 Hz) auf den Menschen und der Reaktion von empfindlichen Personen in Form von Übelkeit und Schwindel, wie sie bei der „Reisekrankheit“ auftreten. Die Forscher fanden heraus, dass bei empfindlichen Personen diese Reaktionen auftreten, konnten aber ihre Theorie, wie dies zustande kommt, nicht bestätigen.²⁴

4. Wirkungen auf die Tierwelt

Sehr unterschiedliche Tierarten setzen Infraschall für ihre Kommunikation ein. Eine Vielzahl von Studien beschäftigt sich mit der Kommunikation in der Tierwelt über Infraschall.

„Für den Menschen nicht hörbar ist die Sprache der Elefanten. Diese unterhalten sich keineswegs nur über Trompetenlaute, die sie überwiegend zur Begrüßung einsetzen. Elefanten nutzen zudem sogenannte Infraschall-Laute. Das sind Töne mit einer Frequenz von etwa 20 Hertz. Bei Elefanten können sie die Lautstärke eines Gewitterdonners erreichen. Mithilfe dieser Töne können sich die Tiere über mehrere Kilometer verständigen, da sich Infraschall hervorragend über große Entfernungen ausbreitet. So finden zum Beispiel Elefantenmännchen und -weibchen in der Paarungszeit mithilfe von Infraschall-Lauten zusammen. Für Menschen ist Infraschall zu tief, um ihn zu hören. Wir spüren ihn höchstens als eine Art Vibration.“

Elefanten sind nicht die einzigen Tiere, die Infraschall hören und erzeugen können. Auch Nilpferde benutzen ihn zur Kommunikation – an Land wie im Wasser. Hier breitet sich der Schall um etwa das Vierfache schneller aus als in der Luft. Auch die Meister des Infraschalls leben un-

22 Carlile, S. et al. (2018). „A Review of the Possible Perceptual and Physiological Effects of Wind Turbine Noise“, <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2331216518789551>

23 Kühn, S., Universität Hamburg Eppendorf (2018). Bericht und Interview in: ZDF (2018). Video „Infraschall - Unerhörter Lärm“, <https://www.zdf.de/dokumentation/planet-e/planet-e-infraschall---unerhoerter-laerm-100.html> vom 4.11.2018, verfügbar bis 1.11.2019

24 Schomer et al. (2015). „A theory to explain some physiological effects of the infrasonic emissions at some wind farm sites“, Journal of the Acoustical Society of America, 137(3), <https://www.aph.gov.au/DocumentStore.ashx?id=5e352701-2398-4b0b-bcc6-53a4f0308f43>

ter Wasser: Wale. Sie nutzen ihn vor allem zur Revierabgrenzung, um den Gruppenzusammenhang zu stärken und während der Paarungszeit. Wissenschaftler sind sich jedoch nicht einig darüber, ob die Töne Rivalen in Schach halten oder Weibchen imponieren sollen. Sicher ist: Wal-laute sind sehr laut. Die gewaltige Stimme eines Blauwals – mit mehr als 30 Metern Länge das größte Tier der Erde – besitzt eine Schallenergie, die der eines startenden Space-Shuttles nahekommt. Walforscher gehen davon aus, dass sich die Giganten der Meere mithilfe von Infraschall über mehrere hundert, wenn nicht sogar tausend Kilometer verständigen können.²⁵

Blau- und Finnwale singen beispielsweise ihre tiefsten Töne unter 20 Hertz und der Schädelknochen von Bartenwalen verstärkt den Infraschall. Der Einfluss anthropogener Geräusche auf Meeresbewohner wird im Zusammenhang mit dem Massensterben von z.B. Walen gesehen.²⁶

Das Themenspektrum von Infraschall und Tierwelt ist vielfältig. Beispielsweise untersuchen Klanglandschaftsökologen wie sich der anthropogene Einfluss auf die Natur, insbesondere auf die Biodiversität, im Wald auswirkt.²⁷

Studien über Auswirkungen von Windenergieanlagen auf die Tierwelt, zu Vögeln finden sich in einer Arbeit der Wissenschaftlichen Dienste.²⁸

Forschungen zum Einfluss von Lärm verschiedenster Art auf unterschiedliche Tierarten haben in den letzten Jahren zugenommen. Eine Forschergruppe arbeitet an der systematischen Erfassung

-
- 25 Planet wissen (2019). „Tierische Lautsprache“ Kommunikation mittels Infraschall/ Die Gesänge der Wale, https://www.planet-wissen.de/natur/tierwelt/die_sprache_der_tiere/pwietetierischelautsprache100.html vom 21.6.2019
- Hausheer, J.E., (2018). „Six Ways Sound Data Is Changing Conservation“, Blog „Cool Green Science“, <https://blog.nature.org/science/2018/04/25/six-ways-sound-data-is-changing-conservation/> vom 25.4.2018
- Elephant Listening Project (2019). „Infrasound“, <http://elephantlisteningproject.org/infrasound/>
- World Wildlife Found (WWF) (2017). „Afrikanischer Waldelefant“, <https://www.wwf.de/themen-projekte/artenlexikon/afrikanischer-waldelefant/> vom 25.8.2017
- World Wildlife Found (WWF) (2017). „Afrikanischer Savannenelefant“, <https://www.wwf.de/themen-projekte/artenlexikon/afrikanischer-savannenelefant/> vom 10.8.2017
- 26 Landesamt für Natur Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW) (2015). „Gesundheitliche Auswirkungen von Infraschall“, https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/gesundheits/pdf/2015/07_Fr.%20Dr.%20Susanne%20Rudzok_GesundheitlicheAuswirkungenInfraschall.pdf
- OSPR Commission (2009). „Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment“, <https://www.ospar.org/documents?d=7160>
- 27 Turner, A., et al. (2018). „Sound-mapping a coniferous forest—Perspectives for biodiversity monitoring and noise mitigation“ PLoS ONE 13(1): e0189843. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189843>
- 28 Deutscher Bundestag Wissenschaftlichen Dienste (2015). „Emission durch Infraschall bei Windkraftanlagen“, WD 8-043-15

der Umweltauswirkungen von Lärmbelastigung auf die Biodiversität, um die Erstellung von Übersichtsartikeln zu erleichtern und neue Forschungsfelder identifizieren zu können.²⁹

5. Quellenverzeichnis

39. BImSchV „Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen“, https://beck-online.beck.de/Dokument?vpath=bibdata%2Fges%2Fbimschv_39%2Fcont%2Fbimschv_39.inh.htm&anchor=Y-100-G-BIMSCHV_39

Ärzte für Immissionsschutz (AIFIS) (2015). „Überlegungen zu ‚unter 8 Hz‘“, <https://aefis.jimdo.com/app/download/7526493876/Unter+8+Hz.pdf?t=1457125361>

Bayerisches Landesamt für Umwelt, Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (2016). „Windenergieanlagen – beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?“, Kapitel 1 „Wie wirkt Infraschall auf den Menschen?“, https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_117_windkraftanlagen_infraschall_gesundheit.pdf

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) (2019). „Deutsche IMS-Station: Infraschallstation I26DE (IS26)“ https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Erdbeben-Gefaehrdungsanalysen/Seismologie/Kernwaffenteststopp/Verifikation/Infraschall/Stationen/I26DE/i26de_node.html vom 5.8.2019

Bundesministerium für Justiz und Verbraucherschutz (BMJV) (2019). „Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge“, <https://www.gesetze-im-internet.de/bimschg/>

Carlile, S. et al. (2018). „A Review of the Possible Perceptual and Physiological Effects of Wind Turbine Noise“, <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2331216518789551>

Deutscher Bundestag Wissenschaftlichen Dienste (2014). „Emission durch Infraschall bei Windkraftanlagen - Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen“, WD 8-083-14, <https://www.bundestag.de/resource/blob/405908/f9557d9addc7d8b18d583ed6139727e5/wd-8-083-14-pdf-data.pdf>

Deutscher Bundestag Wissenschaftlichen Dienste (2015). „Emission durch Infraschall bei Windkraftanlagen“, WD 8-043-15

Deutscher Naturschutzring (DNR) (2012). „Grundlagenarbeit für eine Informationskampagne ‚Umwelt- und naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (onshore)‘ - Analyseteil“,

29 Sordello, R. et al., (2019). „Evidence of the environmental impact of noise pollution on biodiversity: a systematic map protocol“ in: Environmental Evidence volume 8, Article number: 8 (2019), <https://environmentalevidencejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13750-019-0146-6>

Seite 37f, <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/documents/10184/61110/Windkraft-Grundlagenanalyse-2012.pdf/656de075-a3d2-4387-aa30-7ec481c46c5c>

Elephant Listening Project (2019). „Infrasound“, <http://elephantlisteningproject.org/infrasound/>

Europäische Gesellschaft für gesundes Bauen und Innenraumhygiene (EGGBI) (2018). „Gesundheitsrisiko Schall“, http://www.eggbi.eu/fileadmin/EGGBI/PDF/Gesundheitsrisiko_Schall.pdf vom 10.7.2015

Fülbier, V. (2017). „Aktuelle Fragen zu Infraschall-Immissionen von Windenergieanlagen“, ZUR 2017, 399, <https://beck-onli-ne.beck.de/Dokument?vpath=bib-data%2Fzeits%2Fzur%2F2017%2Fcont%2Fzur.2017.399.1.htm&pos=2&hlwords=on&lasthit=TRUE>

Hausheer, J.E., (2018). „Six Ways Sound Data Is Changing Conservation“, Blog „Cool Green Science“, <https://blog.nature.org/science/2018/04/25/six-ways-sound-data-is-changing-conservation/> vom 25.4.2018

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2015). „Faktenpapier Wind-energie und Infraschall“, https://www.energieland.hessen.de/pdf/Faktenpapier_Windenergie_und_Infraschall_2015.pdf

Kaula, S., DSGS e.V. (2019). Studie „Untersuchung zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen von Anwohnern durch den Betrieb von Windenergieanlagen in Deutschland anhand von Falldokumentationen“, https://www.ds.gs.info/.cm4all/uproc.php/0/Aktuelles/DSGS%20e.V.%20Studie.pdf?cdp=a&_16ade330230

Krahé, D., Bergische Universität Wuppertal (2017). Vortrag „DIN 45680 „Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft“, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/dokumente/170314_tieffrequenter_laerm_06_krahe.pdf

Kühn, S., Universität Hamburg Eppendorf (2018). Bericht und Interview in: ZDF (2018). Video „Infraschall - Unerhörter Lärm“, <https://www.zdf.de/dokumentation/planet-e/planet-e-infraschall---unerhoerter-laerm-100.html> vom 4.11.2018, verfügbar bis 1.11.2019

Landesamt für Natur Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW) (2015). „Gesundheitliche Auswirkungen von Infraschall“, https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/gesundheit/pdf/2015/07_Fr.%20Dr.%20Susanne%20Rudzok_GesundheitlicheAuswirkungenInfraschall.pdf

Lenzen-Schulte, M.; Schenk, M., Deutsches Ärzteblatt (2019). „Dtsch Arztebl 2019; 116(6): A-264 / B-219 / C-219, <https://www.aerzteblatt.de/archiv/205246/Windenergieanlagen-und-Infraschall-Der-Schall-den-man-nicht-hoert>

Mathys, W. (2019). „Bewertung der gesundheitlichen Wirkungen von Windkraftanlagen auf den Menschen - Eine Zusammenstellung nationaler und internationaler Erfahrungen über die Wirkungen von Schall/Infraschall“, https://www.gegenwind-greven.de/app/download/6886410/Argumente_Gesundhei010719.pdf

Möhler + Partner Ingenieure AG (2016). Vortrag „Machbarkeitsstudie und aktuelle Studie des Umweltbundesam-tes, DIN 45680“, http://www.energedialog-bw.de/wp-content/uploads/2016/08/Abschlusspr%C3%A4sentation_Elzach.pdf

OSPR Commission (2009). „Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment“, <https://www.ospar.org/documents?d=7160>

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) (2017). „Schall“, https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/publikationen/jahresberichte/Jahresbericht_2017/Abteilungsberichte_2017/AL_1_online.pdf und <https://www.ptb.de/cms/ptb/fachabteilungen/abt1/fb-16/ag-161.html>

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) (2019). „Forschungsnachrichten aus dem Fachbereich“, <https://www.ptb.de/cms/ptb/fachabteilungen/abt1/fb-16/nachrichten.html> vom 7.8.2019

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) „Jahresbericht 2018“, https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/publikationen/jahresberichte/Jahresbericht_2018/Abteilungsberichte_2018/AL_1_online.pdf

Physikalisch-Technische-Bundesanstalt (PTB) (2015). „Aussagekraft der Ergebnisse des EARS-Projekts für Windkraftanlagen“, https://www.ptb.de/cms/ptb/fachabteilungen/abt1/nachrichten1/nachricht-aus-der-abteilung-1.html?tx_news_pi1%5Bnews%5D=6398&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&tx_news_pi1%5Bday%5D=11&tx_news_pi1%5Bmonth%5D=8&tx_news_pi1%5Byear%5D=2015&cHash=bdb32d8e967f582125eb573c7c80d9cd vom 11.8.2015

Physikalisch-Technische-Bundesanstalt (PTB) (2015). „Kann man „unhörbaren“ Schall hören?“, https://www.ptb.de/cms/direkteinstieg/oeffentlichkeit/nachrichten/nachricht.html?tx_news_pi1%5Bnews%5D=5963&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&tx_news_pi1%5Bday%5D=10&tx_news_pi1%5Bmonth%5D=7&tx_news_pi1%5Byear%5D=2015&cHash=9c002aff859fa960e4f573d3e6bd820c

Planet wissen (2019). „Tierische Lautsprache“ Kommunikation mittels Infraschall/ Die Gesänge der Wale, https://www.planet-wissen.de/natur/tierwelt/die_sprache_der_tiere/pwietetierischelautsprache100.html vom 21.6.2019

Schomer et al. (2015). „A theory to explain some physiological effects of the infrasonic emissions at some wind farm sites“, Journal of the Acoustical Society of America, 137(3), <https://www.aph.gov.au/DocumentStore.ashx?id=5e352701-2398-4b0b-bcc6-53a4f0308f43>

Sordello, R. et al., (2019). „Evidence of the environmental impact of noise pollution on biodiversity: a systematic map protocol“ in: Environmental Evidence volume 8, Article number: 8 (2019), <https://environmentalevidencejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13750-019-0146-6>

Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft (2019). Referentenentwurf zur Aktualisierung, https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Glaeserne_Gesetze/19_Lp/ta_luft/entwurf/ta_luft_180716_refe_bf.pdf

Turner, A., et al. (2018). „Sound-mapping a coniferous forest—Perspectives for biodiversity monitoring and noise mitigation“ PLoS ONE 13(1): e0189843. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189843>

Umweltbundesamt (UBA) (2017). „Tieffrequente Geräusche im Wohnumfeld Ein Leitfaden für die Praxis“, Seite 8, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/170313_uba_fb_tieffrequente_geraeusche_bf.pdf

Umweltbundesamt (UBA) (2017). „Tieffrequente Geräusche“, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/laermwirkung/tieffrequente-geraeusche#textpart-2> vom 7.4.2017

Umweltbundesamt (UBA) (2018). „Grundlagen der Akustik“, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/verbraucherservice-laerm/grundlagen-der-akustik#textpart-1> vom 11.6.2018

Universität Mainz, Arbeitsgruppe Infraschall (2018). „Are There Harmful Effects Caused by the Silent Noise of Infrasound Produced by Windparks? An Experimental Approach“, http://www.unimedizin-mainz.de/typo3temp/secure_downloads/36494/0/975774ff6dfc92fdb6dfff9d1d607fa946945d8/Infrasound_Thorac_cardiovasc_Surg_2018.pdf

Vahl, C.F., et al., Universität Mainz (2018). „Are There Harmful Effects Caused by the Silent Noise of Infrasound Produced by Windparks? An Experimental Approach“, in: Thorac cardiovasc Surg 2018; 66(S 01): S1-S110 DOI: 10.1055/s-0038-1628066, http://www.unimedizin-mainz.de/typo3temp/secure_downloads/36494/0/975774ff6dfc92fdb6dfff9d1d607fa946945d8/Infrasound_Thorac_cardiovasc_Surg_2018.pdf

Van Kamp, I., van den Berg, F. (2017). „Health Effects Related to Wind Turbine Sound, Including Low-Frequency Sound and Infrasound“, in Acoustics Australia / Australian Acoustical Society 46(82) October 2017, DOI: 10.1007/s40857-017-0115-6, https://www.researchgate.net/publication/320579704_Health_Effects_Related_to_Wind_Turbine_Sound_Including_Low-Frequency_Sound_and_Infrasound

Van Kamp, I., van den Berg, F., National Institute for Public Health and the Environment (FOEN) (2017). „Health effects related to wind turbine sound“, https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/en/dokumente/laerm/externe-studien-berichte/health-effects-related-to-wind-turbine-sound.pdf.download.pdf/2017.08.20_Health_effects_related_to_wind_turbine_sound.pdf

Windwahn.de (2019). „Windenergieanlagen und Infraschall – Deutsches Ärzteblatt macht Infraschall zum Thema im Medizinreport“, <https://www.windwahn.com/2019/02/11/windenergieanlagen-und-infraschall-deutsches-aerzteblatt-macht-infraschall-zum-thema-im-medizinreport/> vom 11.2.2019

Wissenschaftliche Dienste (2015). „Emission von Infraschall durch Windenergieanlagen“, WD 8 - 043-2015, <https://www.bundestag.de/resource/blob/405908/f9557d9addc7d8b18d583ed6139727e5/wd-8-083-14-pdf-data.pdf>

World Wildlife Found (WWF) (2017). „Afrikanischer Savannenelefant“, <https://www.wwf.de/themen-projekte/artenlexikon/afrikanischer-savannenelefant/> vom 10.8.2017

World Wildlife Found (WWF) (2017). „Afrikanischer Waldelefant“, <https://www.wwf.de/themen-projekte/artenlexikon/afrikanischer-waldelefant/> vom 25.8.2017

ZDF (2018). Video „Infraschall - Unerhörter Lärm“, <https://www.zdf.de/dokumentation/planet-e/planet-e-infraschall---unerhoerter-laerm-100.html> vom 4.11.2018, verfügbar bis 1.11.2019