Teil 3- Infraschall – unhörbare Gefahr oder „unbelegte Behauptung“?

geschrieben von Admin | 3. Dezember 2024

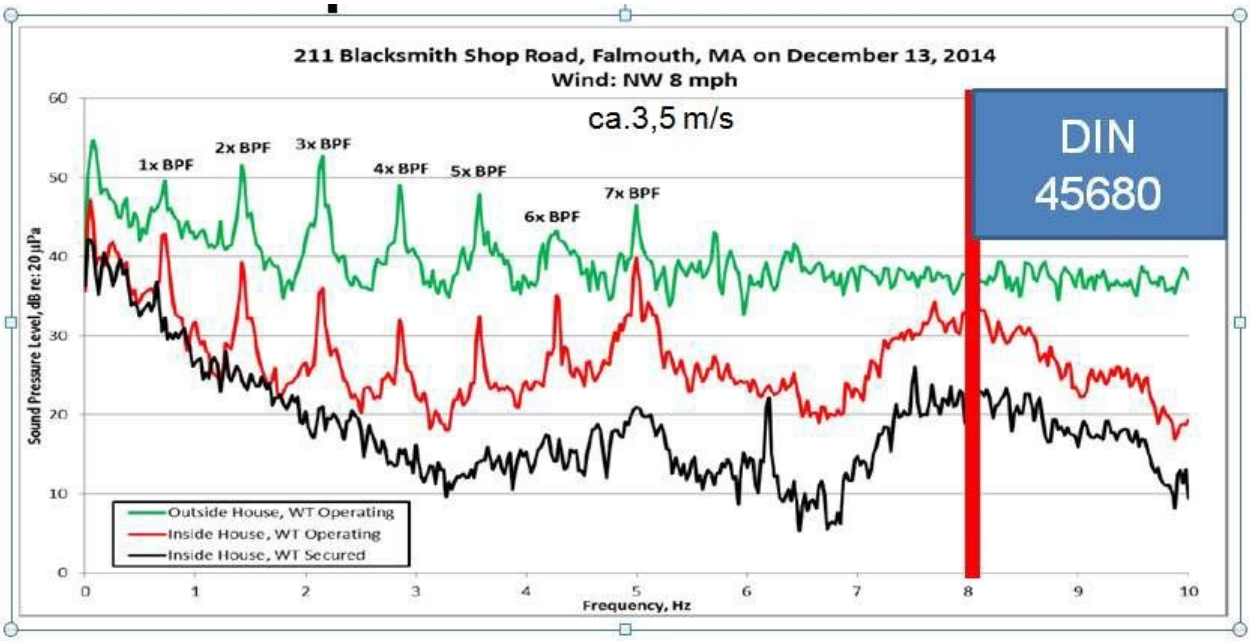
von Dieter Böhme

Die psychologischen Wirkungen von Schall

Der Schalldruck (lt. DIN 45680) kann nicht das einzige Kriterium sein, mit dem der Mensch selbst im hörbaren Bereich (20 Hz -20 kHz) konfrontiert ist. Wirken nicht Vogelzwitschern oder das Rauschen eines Baches anders als das Quietschen einer Straßenbahn oder Klopfgeräusche, auch unabhängig vom Schallpegel? Warum kann man bei geöffnetem Fenster und **Meeresrauschen** gut schlafen, nicht aber bei einem **tropfenden Wasserhahn**? Und war der stete Wassertropfen auf die Stirn nicht eine Foltermethode? Der entscheidende Unterschied ist nicht im Schalldruck zu suchen. Infraschall von Verkehrslärm und natürlichen Quellen erzeugen **diffuse Geräusch**e, ein Gemisch aus Frequenzen, ähnlich dem Meeresrauschen im hörbaren Bereich. Während Infraschall von Windrädern **periodischer** ist, ähnlich dem tropfenden Wasserhahn. Infraschall von Windrädern entsteht maßgeblich durch den Druckstoß beim Vorbeigang eines Rotorblattes am Turm, wobei die Drehzahl des Rotors die Frequenz des Infraschalls bestimmt. Je größer der Rotordurchmesser, umso geringer die Drehzahl, umso niedriger die Frequenz, bis < 1 Hz. Die Frequenz macht den Unterschied zu älteren kleineren Windrädern, welche der LUBW-Studie zugrunde lagen, und neuen Windrädern mit Rotordurchmessern (aktuell) bis 200 m. Und es kommt noch eine weitere wichtige Kenngröße hinzu, die **Impulsform.** Spitze Impulse mit **steilen Flanken** erzeugen **Oberwellen**, wie jede von einer Sinusform abweichende Welle. Dies sind vielfache Harmonische der Grundfrequenz, welche ein Frequenzmuster, ein Klangbild, erzeugen. Solche Frequenzmuster können im Infraschallbereich nicht mit Standard-Mikrofonen gemessen werden, sie erfordern eine spezielle Messtechnik, Rauschminderung und Fourier-Analyse der Impulse. Begriffe sind hier nachzulesen **Akustik** https://de.wikipedia.org/wiki/Akustik

Umso bemerkenswerter ist es, dass dies in der medialen Darstellung ignoriert wird.

Die u. g. Spektren zeigen den Infraschall eines Windrades in den USA bei geringer Windgeschwindigkeit mit der Grundfrequenz beim Vorbeigang eines Rotorblattes am Turm (ganz links) sowie 7 Oberwellen (1 BPF– 7 BPF).



Anmerkung: schwarz – Infraschall bei stillstehendem Rotor = Hintergrundrauschen, grün – Infraschall bei Wind 3,5 m/s außerhalb eines Gebäudes, rot- innerhalb eines Gebäudes). Der Einfluss des Gebäudes besteht a) in der frequenzabhängigen Dämpfung des Infraschalls und b) in der Verstärkung (durch Reflektion und

Interferenz an Gebäudestrukturen) einzelner Oberwellen (s. 7. Harmonische, 5 Hz). Bei älteren kleineren Windrädern mit höherer Drehzahl und damit höherer Grundfrequenz reichten die höchsten Oberwellen z.T. bis in den Bereich des (zumindest für manche) noch hörbaren Schalls (> 16 Hz). Hier war ggf. noch eine direkte Wahrnehmung durch das Ohr möglich. Bei den neuen größeren Windrädern nimmt der Druckstoß zu und die Drehzahl ab. Die Grundfrequenz sinkt auf 1 Hz und darunter. Somit fallen auch alle Oberwellen in den Bereich des nicht hörbaren und nicht normativ bewerten Infraschalls. Da weiterhin informativ nur ab 1 Hz gemessen wird, werden z.B. bei einer Grundfrequenz von 0,3 Hz nicht nur diese, sondern auch weitere Oberwellen (bei 0,6 Hz und 0,9 Hz) nicht gemessen. Das Fazit ist ernüchternd: Je größer die Windräder werden, umso geringer wird deren Grundfrequenz des Infraschalls, der weder normativ noch informativ gemessen wird. Bildlich gesprochen rutscht das Frequenzspektrum mit den immer größeren neuen Windrädern immer weiter aus dem **Geltungsbereich** der DIN 45680 heraus. Damit wird der Infraschall von größeren Windrädern „formal“ (lt. DIN) immer „harmloser“. Die „unhörbare Gefahr“ wird damit aber nicht geringer. Im Gegenteil, sie wird nur verschleiert und ist **nicht** mit der Situation **vergleichbar**, welche die LUBW-Studie bei Messungen > 8 Hz an kleineren Windrädern vorfand.

Die Infraschall-Spitzen links des Zeichens (DIN 45656) in der o.g. Abb. werden nicht normativ, sondern nur informativ „bei Verdacht“ bis 1 Hz gemessen. Darunter gar nicht. Wenn jedoch ein technischer Detektor diese messen kann, so können sie auch auf den Körper von Menschen und Tieren

einwirken. Welche Organe oder Zellen dabei wie, und auf welche Frequenzen, als „Bio-Detektor“ ansprechen, ist weitgehend unbekannt oder Gegenstand von Hypothesen. Eine These besagt, dass die periodischen Druckstöße von Infraschall zu einer Bewegungs-Fehlwahrnehmung (motion cue) durch unterschiedliche Sinnesorgane und dadurch zu einer „Verwirrung“ im Gehirn führen, wie dies auch bei der Seekrankheit (motion sickness) der Fall ist. **A New Theory on Motion Sickness: Infrasound & Motion Linked** https://www.youtube.com/watch?v=jAB4bZLZp8I

Eine weitere These beschäftigt sich mit (Zitat) „möglichen Auswirkungen auf den NOStoffwechsel [NO = Stickstoffmonoxid] mit starkem Anstieg von oxidativem und oszillatorischem Stress, also einem Zustand des Stoffwechsels, in dem ein Übermaß an freien Sauerstoffradikalen vorhanden ist, und einem Fließbild, dass man am besten als „verwirbelt“ bezeichnet, wie es zum Beispiel auch an größeren Gefäßverzweigungen der Fall ist. Weiterhin wird die herausragende Bedeutung von PIEZOKanälen für zahlreiche Funktionen von Organismen betrachtet“.

Fachärztin: Behörden wollen Gefahren von Infraschall durch Windkraft „nicht wahrhaben“

https://www.epochtimes.de/meinung/fachaerztin-behoerden-wollen-gefahren-von-infraschall-durchwindkraft-nicht-wahrhaben-a4802656.html

Die Symptome Betroffener „rufen“ dringend nach Forschung, für welche aber wenig Interesse seitens der Politik besteht. Denn gäbe es ein politisches oder mediales Interesse, wie z.B. zu den Abgas-Grenzwerten von Diesel-PKW, hätten das Bundesumweltamt (UBA) oder die Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB) längst Forschungsaufträge und Finanzmittel dafür erhalten. Stattdessen erklären die Medien, Infraschall-Schäden von Windrädern seinen „Nocebo-Effekte“. Schluss aus, fertig, Deckel zu, die Windkraft hat polit-mediale Priorität. Den direkt oder potentiell betroffenen Menschen wird wenig Beachtung geschenkt? Es gilt wohl? **Gehen Sie weiter, hier gibt es nichts zu sehen.**

Man macht es sich mit dem Thema Infraschall sehr einfach, wenn es um Windräder geht, was einem politischen Narrativ folgt, und milliardenschweren Geschäftsmodellen. Die von Infraschall Betroffenen werden als „Nocebo-Effekt“ abgetan. Auch für die Wirkung von Infraschall auf die Tier- und Pflanzenwelt interessiert sich kaum jemand, weder staatliche Stellen noch die Medien. Obgleich von Tieren bekannt ist, dass diese einen Tsunami viel früher erkennen als Menschen, oder von Ziegen, die zur Erkennung von Vulkanausbrüchen benutzt werden. All dies sind auch InfraschallEreignisse. Hinweise zur Wirkung von Infraschall auf Nutztiere gibt es zuhauf, wie in Dänemark zu getöteten Pelztieren oder verstörten Rentiere in der Nähe von Windparks. **In der Nerzfarm von Kaj Bank Olesen ist seit 2013 die Hölle los**
https://www.windland.ch/wordpress/?p=5327

Norwegen: Rentiere statt Windkraft: 151 Windräder müssen weg https://www.agrarheute.com/land-leben/rentiere-statt-windkraft-151-windraeder-muessen-weg-586411 „Der Bau der Windkraftanlagen verstoße gegen den UN-Zivilpakt, argumentierten die Obersten Richter Norwegens. Nach diesem darf Angehörigen ethnischer Minderheiten nicht das Recht vorenthalten werden, gemeinsam mit anderen Angehörigen ihrer Gruppe das eigene kulturelle Leben zu pflegen (Artikel 27). Die traditionelle Aufzucht, Haltung und Nutzung von Rentieren durch die Samen ordnete das Gericht als schützenswerte kulturelle Praxis ein. Immerhin halten die Samen seit Jahrtausenden Rentiere.“

Und auch etwas, das bisher völlig aus dem Blickfeld gerückt zu sein scheint, jedoch ganze Ökosysteme betreffen mag, ist die Wirkung von Schall und Infraschall auf Pflanzen. **Musik lässt Pflanzen schneller wachsen – Wahrheit oder Mythos?** https://www.pflanzenfreude.de/musik-l%C3%A4sst-pflanzen-schneller-wachsen

Jedoch brachte die Forschung des Umweltbundesamtes (UBA) statt technischen und medizinischen Studien nun ein sogenanntes **Aufklärungskonzept** zu Infraschall und dessen Wirkungen hervor, dass sich ausschließlich auf **Befragungen** durch Psychologen und Kommunikationswissenschaftler stützt. Mediziner und Physiker kamen dabei nicht vor. Der „Nocebo-Effekt“ lässt grüßen. **Aufklärungskonzept zu Infraschall und dessen Wirkungen**

https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/aufklaerungskonzept-zu-infraschalldessen-wirkungen

Die Reichweite von Infraschall

Wale nehmen Infraschall über große Entfernungen wahr. Vulkanausbrüche und Kernwaffentests werden rund um die Welt über Infraschall detektiert. Auch Infraschall von Windrädern verbreitet sich nicht nur in der Luft, sondern auch über den **Boden** (Körperschall). Dies ist sehr komplex von der Struktur des Bodens abhängig. Auch deshalb gibt es Diskussionen zum Mindestabstand von Messstationen zur Detektion von Erdbeben und Kernwaffentests zu Windrädern. So nimmt die Reichweite von Infraschall mit abnehmender Frequenz insgesamt zu. Dies ahnt wohl jeder, denn von einer Disko oder einem Dorffest hört man auch nur noch die tiefen Töne (Bässe), je weiter man weg ist. Bei der Hörschwelle (20 Hz) beträgt die Wellenlänge dieser Bass-Töne 17 m, bei Infraschall von 1 Hz aber 343 m und bei Infraschall von 0,2 Hz sind es 1.715 m. Wellen mit größerer Wellenlange (tieferen Frequenzen) passen sich dem Gelände besser an und „gleiten“ wie ein Teppich über die Landschaft und durch den Boden. Während Schallwellen mit kürzerer Wellenlänge (höheren Frequenzen) eher eine Richtwirkung haben. Auch dies kennt jeder, von den auf die Sitzposition ausgerichteten Hochtönern, gegenüber dem Subwoofer, der mit tiefen Tönen den ganzen Raum und ggf. auch noch die Wohnung der Nachbarn beschallt. Der Unterschied ist, man hört den „Infraschall-Subwoofer“ vom

Windrad nicht, sondern ggf. nur dessen „Hochtöner“ (Oberwellen) im hörbaren Bereich ggf. > 16 Hz. Selbst 1.000 m Abstand sind für Infraschall der neuen Windräder längst nicht ausreichend. Bei 1 Hz sind dies nur etwa drei Perioden, einer Longitudinalwelle.

Der Rechenfehler der BGR

Es gibt aktuell ein weiteres beliebtes Argument, welches den Windkraft-Gegnern medial entgegenschlägt. Dies ist ein Rechenfehler in einer Studie der BGR (Bundesanstalt fuŕ Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover). **The influence of periodic wind turbine noise on infrasound array measurements**
https://www.researchgate.net/publication/309540267_The_influence_of_periodic_wind_turbine_noise_ on_infrasound_array_measurements

Nur ging es in dieser Studie nicht um den Gesundheitsschutz vor Infraschall, sondern um den Schutz von Geräten zur **Detektion** von **Kernwaffentests**, für welche die BGR in ein weltweites Messnetz eingebunden ist. Der Rechenfehler wirkte sich lt. BGR so aus, dass er keine Auswirkungen auf den Mindestabstand von Windrädern zu den Messstationen der BGR hatte.

https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Oeffentlichkeitsarbeit/Pressemitteilungen/BGR/bgr-202104-27_erklaerung-zum-infraschall-von-windenergieanlagen.html

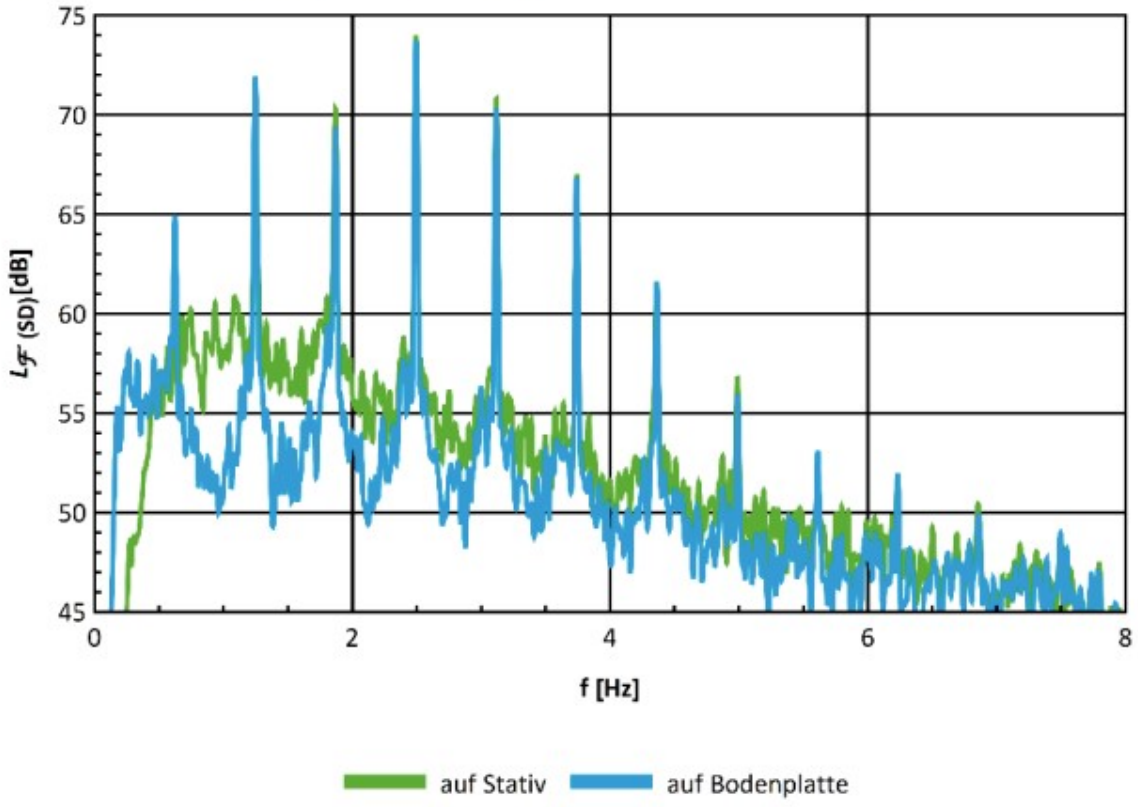
Dennoch wird dieser Fehler nun den Windkraft-Gegnern vorgehalten, dies leider einseitig auch vom ÖR-Rundfunk, was dessen Auftrag zur allseitigen Berichterstattung widerspricht. Dabei wird sich ausschließlich auf Messungen des Schalldruckes bezogen. Doch wer die BGR-Studie liest, stellt etwas sehr Wichtiges fest, nämlich die verwendete Messtechnik, bestehend aus pneumatischem Tiefpassfilter (Glas-Mikrokapillare), Mikrobarometer (Differenzdruck-Sensor), Operationsverstärker, Analog-Digitalwandler und digitalem Fourier-Analysator zur Detektion der Oberwellen. Eine Behörde kann sich auf Messungen gem. DIN 45680 und TA-Lärm berufen, um unter Verwendung von Mikrofonen Schallpegel-Messungen vor- zunehmen, gerade so, wie beim hörbaren Schall. Denn eine Behörde ist keine Forschungseinrichtung. Die BGR aber ist eine Forschungseinrichtung und muss kleinste Infraschall-Signale anhand ihrer „Muster“ als „von einem Kernwaffentest“ erkennen. Auch die Infraschall-Übertragung über den Boden (Körperschall) muss dabei bewertet werden, über den Infraschall von solchen Tests rund um den Globus übertragen wird. Die Aufgabe der BGR bestand darin, den Einfluss von Windparks (über Luft- und Körperschall) auf ihre Messgeräte auszuschließen. Um dies zu ermöglichen, kann man keine üblichen Mikrofone verwenden, weil diese nicht geeignet sind, langsame Druckänderungen auf einem fluktuierenden Untergrund zu registrieren. Hier kommen Spezialmikrofone und Mikrobarometer mit vorgeschalten Filtern und nachgeschalteter Elektronik zur Anwendung. Umgebungsgeräusche, von anderen Quellen und vom Wind selbst müssen

erkannt und unterdrückt werden (Rauschminderung) und eine Fourier-Analyse zur Erkennung des gesuchten „Klangbildes“ (Oberwellen) ist notwendig. Dennoch wird leider auch verbreitet, die Messtechnik für Infraschall könne man sich für kleines Geld im Internet bestellen.

Das Beispiel einer Infraschall-Messung zeigt die u.g. Abb. durch das Bundesumweltamt (UBA). Interessant ist der Unterschied zwischen der Messung auf dem Stativ (in der Luft) und der Bodenplatte, die den Körperschall bessere erfasst, der besser in Gebäude eindringt. Das Spektrogramm zeigt die Grundfrequenz bei ca. 0,7 Hz und mehrere Oberwellen im Bereich bis 8 Hz. Dies ist der Bereich, der selbst gemäß der neuen DIN 45680 normativ **nicht** erfasst wird.

Abbildung 5: Spektrum des Schalldrucks

Beispielspektrum für ein 10-Minuten-Fenster in ca. 1000m Entfernung von den Windenergieanlagen (UG 5), gemessen mit dem Infraschallmikrofon auf Bodenplatte und dem Klasse-1-Mikrofon auf Stativ.



Quelle: eigene Darstellung, Dr. Kühner GmbH

Abb.: Kapitel 6.4.14 Expositions-Wirkungsbeziehungen zum WEA-Lärm

Quelle zur o.g. Abb.: **Gerauschwirkungen¨bei der Nutzung von Windenergie an Land**

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_692022_geraeuschwirkungen_bei_der_nutzung_von_windenergie_an_l

and.pdf

In der gleichen o.g. Publikation berichtet das UBA auch über eine Befragung zu, „durch Windräder, **hoch belästigten Personen“** (s.o. Kapitel 6.4.14.2 Regressionsmodelle zum Anteil hoch belästigter Personen).

Fazit:

Messtechnik ist nicht gleich Messtechnik. Das heißt, um zu möglichst realistischen Messergebnissen zu erhalten, sind eine viele Dinge zu berücksichtigen und auf systematische und zugfällige Fehler zu prüfen. Dies betrifft vor allem die Sensitivität der Elektronik, die Rauschunterdrückung durch Bandpass-Filter die spektrale Auflösung, die Kennlinien von Verstärkern und Analog-Digital-Wandlern. Das grundsätzliche Problem ist, dass selbst mit immer weiter fortschreitender Messtechnik niemand die zu messende Realität genau kennen kann, an die man sich messtechnisch annähert.

Aus einer Messung mit einem technischen Detektor, die nicht das erwartete Ergebnis liefert, den Schluss zu ziehen, von Infraschall gehe keine Gesundheitsgefahr aus, weil man „nichts gemessen“ habe, ist nicht zielführend. Denn dies sagt nichts über die Detektion mittels Bio-Sensoren durch Menschen, Tiere und Pflanzen aus. Hierzu nur ein Beispiel. Wissenschaftler arbeiten an einem biologischen Frühwarnsystem für Vulkanausbrücke, dass wie folgt funktioniert „Die Ziegen waren vor späteren Ausbrüchen schon nervös, lange bevor die Instrumente der Vulkanforscher anschlugen.“ **Das Ziegenfrühwarnsystem** https://www.nationalgeographic.de/tiere/vulkane-das-ziegenfruehwarnsystem

Ziegen, die seit tausenden von Jahren vor Vulkanausbrüchen „nervös“ werden, sind selbst den heutigen High-Tech-Detektoren für Infraschall überlegen. Denn sie spüren selbst ein geringes Maß an Infraschall, noch bevor die vom Menschen gebauten Messtechnik Alarm schlägt. Dies widerlegt die oft geäußerte Meinung, wenn ein Detektor nichts messen könne, müsse Infraschall gefahrlos sein. Die „nervösen Ziegen“, beweisen das Gegenteil. Nämlich, dass die biologische Sensorik weitaus sensitiver sein kann, als die technische. Menschen, Tiere und Pflanzen verfügen über offenbar über eine oft bessere biologische Sensorik.

Weiterführende Dokumente

Link zur Beschreibung der Messtechnik für Infraschall von Windrädern

https://www.thlemv.de/wp-content/uploads/2024/11/Messung-und-messtechnis

che-Bewertung-vonInfraschall.pdf

Der Bundesverband Vernuftkraft hat sich mit den Mythen zur Windkraft auseinandergesetzt. Wie auch mit diesem **Mythos:** „Der Mensch ist durch geltende Gesetze vor allen Gefahren und Risiken hinreichend geschützt. Durch Windkraftanlagen droht keine Beeinträchtigung von Lebensqualität und menschlicher Gesundheit.“ Aber stimmt das?

https://www.vernunftkraft.de/mythos-8/

Darin befindet sich ein Artikel von Prof. Dr. Werner Roos, der näher auf **medizinische Aspekte und die Gefahren für die Gesundheit** von Menschen und Tieren eingeht und der ein umfangreiches Quellenverzeichnis dazu enthält. **Infraschall aus Windenergieanlagen – was man heute dazu wissen sollte**

https://www.vernunftkraft.de/infraschall-aus-windenergieanlagen-was-man-heute-dazu-wissen-sollte/

Vom **Umweltbundesamt** (UBA) gibt es eine **Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall**: Entwicklung von Untersuchungsdesigns für die Ermittlung der

Auswirkungen von Infraschall auf den Menschen durch unterschiedliche Quellen
https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/machbarkeitsstudie-zu-wirkungen-von-infraschall Mit folgender Kurzbeschreibung:

„In der vorliegenden Machbarkeitsstudie wurde der Stand des Wissens über die Auswirkungen von Infraschall auf den Menschen, die Identifizierung von Infraschallquellen und die potentiellen Betroffenheiten in Deutschland durch Infraschall erarbeitet. Darüber hinaus wurde ein Studiendesign für eine Lärmwirkungsstudie über Infraschallimmissionen entwickelt. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurden Vorschläge für die Weiterentwicklung des Regelwerkes zum Immissionsschutz unterbreitet. Die Studie kommt zu folgenden Ergebnissen:

- Aus der Literaturrecherche kann **kein einheitliches Bild** zur Ermittlung und Beurteilung von tieffrequenten Schallen abgeleitet werden. Insbesondere **in Deutschland existieren nur wenige Untersuchunge**n, die sich mit Infraschall beschäftigen. Für weitere Vorhaben wurde eine Datenbank erstellt. • Für die akustische Identifizierung und Bewertung wurden Erhebungsinstrumente entwickelt, die eine erste akustische Beschreibung und Einordnung von potentiellen Infraschallquellen zulassen. • Die Befragungen der Immissionsschutzbehörden der Länder und die Auswertung von Internetkommunikationen zum Infraschall zeigen eine etwas höhere Belästigung im süddeutschen Raum. Dabei wurden vor allem Belästigungen durch raumlufttechnische Anlagen und Biogasanlagen genannt. In der behördlichen Praxis finden bei Konflikten mit Infraschall im Allgemeinen die TA-Lärm und die DIN 45680 Anwendung.

- Es wurde ein Studiendesign für eine interdisziplinäre Feldstudie entwickelt und die wesentlichen Befragungsinhalte und Quellen definiert.
- Zur Bewertung des tieffrequenten Lärms (< 100 Hz) kann die DIN 45680 „Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft“ verwendet werden. Speziell zur Erfassung von Infraschallimmissionen (< 20 Hz) gibt es die internationale **Norm ISO 7196** „Acoustics- Frequency-weighting characteristic for infrasound measurements“. Die Forschungsarbeiten zeigen, dass diese Normen im Hinblick auf die Beurteilung von Infraschall **Defizite** aufweisen und deshalb **weiterentwickelt werden sollten**. Die derzeitige Überarbeitung der DIN 45680 weist einen Weg, wie Inkonsistenzen im tieffrequenten Bereich behoben werden können.

So das Fazit der Autoren: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Krahé, Dirk Schreckenberg, Fabian Ebner, Christian Eulitz, Ulrich Möhler

Disclaimer: Der Autor hat keinen Einfluss auf den Inhalt verlinkter Seiten und kann dafür keine Haftung übernehmen. Alle Abbildungen sind Bildzitate. Irrtümer und Tippfehler sind vorbehalten. Hinweise sind willkommen.