

Infraschall – unhörbare Gefahr oder „unbelegte Behauptung“?

Pro und Contra Argumente – eine Info für Bürgerinitiativen gegen Windkraft

Vom Windkraftausbau betroffene Menschen argumentieren auch mit den Gefahren von Infraschall. Ihnen wird vorgeworfen, ihre Argumente seien längst widerlegt. Denn es gäbe Studien und Rechenfehler sowie Hinweise, dass ungute Erwartungen an eine Windkraftanlage die Psyche stimulieren und Symptome verursachen.

Kombiniert wird dies gern mit dem medialen Framing von Windkraftgegnern bzgl. „rechtsextremer Agitation“. Die Literaturwissenschaftlerin Johanna Hemkentokrax, die (nach eigener Aussage) als freie Mitarbeiterin für den MDR tätig ist, lieferte ein besonders lesenswertes Beispiel. Und dies geht so.

Die Thüringer "Waldbürger-Initiative": Zwischen Umweltengagement und rechtsextremer Agitation.

<https://www.mdr.de/nachrichten/thueringen/windkraftanlage-afd-rechtsextremismus-waldbuerger-initiative-100.html>

Bildzitat: MDR vom 22.04.2024



WINDKRAFT

Die Thüringer "Waldbürger-Initiative": Zwischen Umweltengagement und rechtsextremer Agitation

22. April 2024, 09:00 Uhr

Meine Erwiderung an den MDR findet sich hier. Ich wünsche gute Unterhaltung.

Der MDR framt die Waldbürger

<https://www.thlemv.de/wp-content/uploads/2024/10/Der-MDR-framt-die-Waldbuerger.pdf>

Der in meiner o.g. Antwort an den MDR enthaltene Teil „**Die Physik von Schall und Infraschall**“ kommt auch im hier vorliegenden Dokument auch vor und wird in u. g. in einer **Überarbeitung inkl. Zusammenfassung** der wichtigsten Punkte möglichst verständlich erklärt.

Zu den Behauptungen des MDR

Der MDR-Artikel behauptet, Gesundheitsschäden durch Infraschall seien unbelegt:

Unbelegt: Windräder: Infraschall macht krank

<https://www.mdr.de/wissen/faktencheck/faktencheck-windrad-100.html>

Zum Infraschall stellt der MDR fest (**Zitat**): „Dieser hat ganz natürliche, aber auch menschengemachte Ursachen wie Windkraftanlagen. Manchmal berichten Anwohner*innen, dass sie in der Nähe von Windrädern unter Symptomen wie Kopfschmerzen, Übelkeit, Bluthochdruck und Schlafstörungen leiden. Jedoch konnten Untersuchungen bislang keinen Mechanismus finden, der einen

*Zusammenhang zwischen Infraschall und solchen Symptomen erklären könnte. Auch Studien mit tieffrequentem Schall aus Lautsprechern konnten keine gesundheitlichen Effekte bei den Proband*innen nachweisen. Es gibt Hinweise, dass ungute Erwartungen an eine Windkraftanlage die Psyche stimulieren und so Symptome verursachen (Nocebo-Effekt)“.*

Dies sei wie folgt zusammengefasst. Es gibt Hinweise, dass Anwohner über gesundheitlichen Beeinträchtigungen klagen. Und es gibt Hinweise, dass dies auf ungute Erwartungen dieser Personen zurückzuführen ist. Ersteres kann (lt. MDR) ignoriert werden, weil es auch natürliche Ursachen für Infraschall gibt. Deshalb gilt der Hinweis auf den Nocebo-Effekt als Beweis der Unschädlichkeit für Infraschall von Windrädern. Frage: Entspricht eine solche Interpretation dem **Vorsorgeprinzip**?
<https://www.umweltbundesamt.de/vorsorgeprinzip>

Das **Vorsorgeprinzip** (Artikel 2/2 GG) wird ausgehebelt, indem erklärt wird:

a) es gäbe keine Studien, die eine Gefahr belegen.

b) es gäbe auch Infraschall aus anderen Quellen, wie Verkehrslärm usw.

Dabei wird auf eine **Studie** der **LUBW** (Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg) aus 2013-2015 verwiesen.

Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen
<https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/71612>

In dieser Studie wurden Schalldruckpegel bis ca. 75 dB im Bereich 1– 80 Hz gemessen und mit anderen Schallquellen verglichen. Daraus wurde geschlossen, dass (**Zitat**): „Auswirkungen durch Infraschall von Windkraftanlagen nach den vorliegenden Erkenntnissen nicht zu erwarten sind.“ Doch heißt, dem Stand der **damaligen Erkenntnisse** entsprechend, etwas nicht zu „erwarten“ denn auch, dass dies „**auszuschließen**“ ist? In der Praxis erfolgt de facto eine **Beweislastumkehr**. Windkraft-Firmen verweisen auf Studien, wonach „Auswirkungen durch Infraschall von Windkraftanlagen **nicht zu erwarten sind**.“ Woraus sich implizit die Forderung an die Betroffenen ableitet, zu beweisen, dass deren Gesundheit durch Windräder bedroht bzw. geschädigt werden kann. Damit wird das gesetzliche **Vorsorgeprinzip** nicht nur ignoriert, sondern auf den Kopf gestellt. Die Betroffenen werden weitgehend hilflos einer Front von Behörden, Ärzten, Medien und Ihrem Schicksal überlassen. Damit erhält die Windkraft eine weitere **privilegierte Stellung**. Im Gegensatz dazu erinnere man sich an das polit-mediale Getöse, wenn es um die bespiellos niedrigen Abgas-Grenzwerte von Stickoxyden (NO_x) und CO₂ geht, mit denen die Automobil-Industrie aus Deutschland vertrieben wird.

Das Vorsorgeprinzip <https://www.umweltbundesamt.de/vorsorgeprinzip>

Die EU-Chemikalien-Richtlinie **REACH** verlangt **allein** vom **Inverkehrbringer** den **Nachweis** der **Ungefährlichkeit**. Dort gilt die Forderung (**Zitat**): „**REACH** beruht auf dem Grundsatz, dass **Hersteller** die Verantwortung übernehmen. Sie **müssen sicherstellen**, dass...“

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/reach-chemikalien-reach>

Dies beweist wie es geht, wenn die Politik es will und Medien dies unterstützen.

Die LUBW-Studie zum Infraschall

Zu Zeiten der LUBW-Studie (2013-2015) waren Windräder viel kleiner und die Drehzahl ihrer Rotoren folglich höher. Doch was hat das mit Infraschall zu tun, für den es auch natürliche Ursachen gibt, die man mit höheren Druckpegeln messen kann?

Die Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräusche (< 100 Hz) sind in der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (**TA-Lärm**) geregelt, resultierend aus der (etwa 30 Jahre alten) **DIN 45680**. Bewertet werden aber nur Geräusche von 8 Hz aufwärts. Tieffrequenter Infraschall < 8 Hz wird für die Baugenehmigung von Windrädern weder berechnet, noch gemessen noch in seiner Wirkung bewertet.

Es wird einfach **postuliert**, dieser sei ungefährlich, weil man ihn:

- a) nicht wahrnehmen (hören!) könne
- b) es auch natürlichen Infraschall gäbe
- c) welcher höhere Druckpegel verursachen könne, als Infraschall von Windrädern

Dies ist die Argumentations-Grundlage der gesetzlichen Regelungen und damit für Planer, Behörden und Medien. Während betroffene Menschen oft ein jahrelanges Martyrium erleben und vom Pendeln zwischen Ärzten, Behörden, Psychiatrischen Anstalten berichten und Suizid-Gedanken durchleben. Ihre Schilderungen hören sich an, wie Berichte aus den Folterkellern des Mittelalters. Wenn diese Menschen die Windparks vor ihren Fenstern sehen und Medienberichte vom „Nocebo-Effekt“ serviert bekommen, sind sie oft der Verzweiflung nahe. Für diese Menschen setzt sich ein, die „**Deutsche Schutz-Gemeinschaft-Schall für Mensch und Tier e.V.**“

<https://www.dsgs-info.de/ueber-uns/>

Hören und Wahrnehmen sind zwei verschiedene Dinge

Für akustischen Schall (ca. 20 Hz - 20 kHz) ist das menschliche Ohr der Empfänger. Doch Infraschall (etwa < 20 Hz) kann das menschliche Ohr nicht hören. Folgt man der Argumentation, „wenn man etwas **nicht hören** kann, kann es **nicht gefährlich** sein“, so müsste man auch Radioaktivität als ungefährlich betrachten, weil man sie mit keinem Sinnesorgan wahrnehmen kann. Eine solche Behauptung würde jedermann als absurd bezeichnen. Doch beim Infraschall wird „Wahrnehmung“ mit „Hören“ gleichgesetzt. Dabei ist der Begriff „Wahrnehmung“ nicht auf die bekannten menschlichen Sinnesorgane beschränkt und auch nicht auf die von Tieren. Denn „**Wahrnehmung** bezeichnet **jenen Aspekt des psychischen Geschehens und Erlebens, der sich auf die Kopplung des Organismus an funktional relevante Aspekte der physikalischen Umwelt bezieht. Hierzu gehören nicht nur die haptische, visuelle, auditive, Wahrnehmung.**“

<https://www.spektrum.de/lexikon/psychologie/wahrnehmung/16602>

Die Frage ist also nicht, ob Infraschall (mit dem Ohr) gehört werden kann, sondern ob und wie er, mit welchen Organen oder Zellen auch immer, **wahrgenommen** werden kann. Wer Infraschall (im wörtlichen Sinne) „erleben“ möchte, sollte die Peterskirche mit der Sonnenorgel in Görlitz besuchen. Es ist beeindruckend, wie das Beben des Kirchengestühls auf den Körper übergeht und Besitz von den Gefühlen ergreift, was wohl mit der Orgel wohl beabsichtigt war. Ein WELT-Artikel aus 2003 zeigt die Komplexität und auch die bestehende Unkenntnis zum Infraschall. Der letzte Satz lautet „*Nachdem man dort eine Zentrifuge mit ihrem 19-Hertz-Schall abgeschaltet hatte, verschwand auch die unerklärliche Horror-Stimmung.*“

Unkenntnis ist in der Wissenschaft der Normalfall und sollte stets Anlass zur Forschung sein. Zumal, wenn dies die Gesundheit sehr vieler Menschen betrifft. Geschieht dies nicht, hat man es mit knallharter Interessenpolitik zu tun.

Im Spukhaus dröhnt der Infraschall

<https://www.welt.de/print-welt/article261460/Im-Spukhaus-droehnt-der-Infraschall.html>

Zusammenfassung

- 1.) Das Vorsorgeprinzip (Artikel 2/2 GG), wie es bei der EU-Chemikalien-Verordnung REACH verbindlich ist, wird in Bezug auf Infraschall ausgehebelt und bzgl. der Beweislast umgekehrt, indem erklärt wird:
 - a) es gäbe keine Studien, die eine Gefahr belegen
 - b) es gäbe auch Infraschall aus anderen Quellen, wie Verkehrslärm usw.
- 2.) Stattdessen wird auf eine Studie der LUBW (Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg) aus 2013-2015 verwiesen. Diese Messungen bezogen sich jedoch ausschließlich auf den Druckpegel (SPL). Gemessen wurde damals an kleineren Windrädern mit höheren Drehzahlen und damit in einem anderen Frequenzbereich.
- 3.) Der Begriff „Wahrnehmung“ wird dabei ausschließlich auf das menschliche Ohr bezogen, obwohl bekannt ist, dass dieses den Infraschall (< 20 Hz) gar nicht „wahrnehmen“ kann. Mögliche andere Rezeptoren werden als „Sensor“ ignoriert.
- 4.) Betroffene Menschen werden kaum ernst genommen und berichten von einem oft jahrelangen Martyrium und dem Pendeln zwischen Ärzten, Behörden und psychiatrischen Anstalten sowie von Suizid-Gedanken.
- 5.) Es wird auf Infraschall aus natürlichen und anderen Quellen verwiesen, mit dem Hinweis, dort seien die Druckpegel höher. Dabei ist der wesentliche Unterschied z.B. zwischen Meeresrauschen und Infraschall von Windrädern nicht der Druckpegel, sondern die Periodizität. Bei offenem Fenster und lautem Meeresrauschen kann man ggf. gut schlafen, wohl aber kaum bei einem tropfenden Wasserhahn. Diese Analogie kennt wohl jeder.
- 6.) In der Hörakustik ist der Wohlklang eines Musikinstrumentes nicht vergleichbar mit dem Quietschen einer Tür. Denn diese sind auf unterschiedliche Frequenzmuster zurückzuführen. Bezüglich Infraschall wird das Klangbild, bestehend aus der Grundfrequenz und den Oberwellen ignoriert. Oberwellen entstehen bei nicht sinusförmigen Druckwellen, wie sie bei jedem Durchgang eines Rotorblattes am Mast entstehen: Wumm-Wumm-Wumm.
- 7.) In der Hörakustik ist unbestritten, dass sich tiefe Frequenzen (Bässe) viel weiträumiger ausbreiten und Wände leichter durchdringen als hohe Töne. In Bezug auf periodischen Infraschall mit noch niedrigeren Frequenzen wird dies ignoriert.
- 8.) Die Frequenz des Infraschalls heutiger großer Windräder bewegt sich, inkl. der Oberwellen, in einem für den Menschen sensiblen Bereich des Herzschlages. Das in der Physik bekannte Phänomen der Eigenfrequenz und Resonanz zweier Schwingungen, welches durch Kopplung zu einer „Resonanzkatastrophe“ führen kann, wird ignoriert.
- 9.) Den Windkraft-Gegnern wird ein Rechenfehler der BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) vorgehalten, den diese in Bezug auf ihre Messtationen für Kernwaffentests gemacht hat. Wobei der Fehler keine Auswirkung auf den Mindestabstand der Messtationen zu Windrädern hatte. Außerdem wird gern behauptet, die Messtechnik für Infraschall sei einfach und für kleines Geld im Internet bestellbar. Dies ist jedoch angesichts der Komplexität geeigneter Messtechnik nicht der Fall.
- 10.) Die technischen Vorschriften für „tieffrequente Geräusche“, sind die über 30 Jahre alte DIN 45680 und die TA-Lärm. Diese beziehen sich allein auf den Schall-

druckpegel (SPL). Der Entwurf der überarbeiteten DIN 45680 kann beim Beuth-Verlag käuflich erworben werden. **DIN 45680:2020-06 - Entwurf Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräuschimmissionen**
<https://www.dinmedia.de/de/norm-entwurf/din-45680/321484067>
Eine Überarbeitung der TA-Lärm ist aktuell nicht vorgesehen.

- 11.) Der dringend notwendigen medizinische Forschung zur Wirkung von Infraschall auf das Gewebe von Menschen, Tieren und auch Pflanzen wird von Seiten der Politik, der Behörden und Medien wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Daher mangelt es an entsprechenden finanziellen Zuwendungen.

Die Physik von Schall und Infraschall – ein Überblick

Wenn es um Schall und Infraschall und deren Wirkung auf Menschen geht, ist es hilfreich, sich mit den physikalischen Grundlagen zu befassen. Schall ist eine Longitudinalwelle, das heißt, die Druckänderungen schwingen in Ausbreitungsrichtung. Hörbarer Schall (ca. 20 Hz– 20 kHz), Infraschall (< 20 Hz) und Ultraschall (> 20 kHz) unterscheiden sich physikalisch durch die Frequenz und damit durch die Wellenlänge. Die Wellenlänge (L) steht in Relation zur Frequenz (f) und zur Schallgeschwindigkeit (v) im jeweiligen Medium: $v = L \cdot f$

Bei 1 KHz in Luft: L= 34 cm, bei 10 Hz= 34 m, bei 1 Hz= 343 m, bei 0,1 Hz= 3.430 m. Die **Wellenlänge** ist physikalisch relevant in Bezug auf die Wechselwirkung mit Strukturen und Objekten, wie dies auch bei der Beugung von Licht der Fall ist. Bei einer UKW-Antenne ist der „Lambda-Halbe-Dipol“ ein Begriff, der bestimmte Abmaß in Bezug auf die Wellenlänge (L = Lambda) für den UKW-Empfang beschreibt. Die Größe von Strukturen ist physikalisch relevant für die Wechselwirkung von Wellen untereinander (Reflektion und Interferenz). Bei Infraschall liegt die Wellenlänge in der Größenordnung von mehreren Metern und damit von Gebäuden und Bebauungen, wodurch es Reflektionen und Interferenzen gibt, welche die Wellenformen in Gebäuden verändern können. Auch stehende Wellen mit lokalen Maxima und Minima können sich bilden.

In der Hörakustik empfindet der Mensch die Frequenz als Tonhöhe. Die Verdopplung der Frequenz entspricht einer Oktave. Die **Frequenz** (f) ist physikalisch relevant bei der Anregung von Schwingungen, durch Resonanz. Mit der „richtigen“ Frequenz (der Eigenfrequenz) kann ein Glas allein durch Schallwellen zum Zerschlagen oder eine Brücke durch Gleichschritt zum Einsturz gebracht werden. Dies ist in der Physik als „Resonanzkatastrophe“ bekannt. Welche Organe oder Zellen auf welche Infraschall-Frequenzen reagieren, wäre dringend zu erforschen. Die Ruhe-Herzschlagfrequenz des Menschen liegt bei 35 bis 45 Schlägen pro Minute und das Maximum bei etwa 100. Diese Frequenzen von 0,5 – 1,6 Hz liegen im Bereich des Infraschalls großer Windräder. Damit ist allein schon das Herz, als wichtiges Organ, unmittelbar der Resonanz durch Infraschall ausgesetzt. Die Wirkung von Infraschall auf Menschen, Tiere und auch Pflanzen müsste dringend erforscht werden. Ein Abwiegen und der Verweis auf alte Studien unter ganz anderen technischen Randbedingungen, ist verantwortungslos.

Die sprachliche **Unterscheidung** von Schall, Infraschall und Ultraschall beruht allein auf der Wahrnehmbarkeit durch das menschliche Gehör. Eine Fledermaus hingegen empfindet Ultraschall als hörbar und ein Wal den Infraschall. Es ist für die Wirkung

von Infraschall auf den Menschen wichtig zu beachten, dass sich die sprachliche Unterscheidung von Schall und Infraschall ausschließlich auf ein einziges Sinnesorgan, das **menschliche Gehör**, bezieht. Diese ist von Natur aber so „konstruiert“, dass es Infraschall gerade nicht wahrnehmen kann. Es würde sonst ständig den Herzschlag und andere Geräusche aus dem Körper wahrnehmen.

Der **Druck** ist die dritte Größe, welche Schall, Infraschall und Ultraschall physikalisch charakterisiert. Druck ist Kraft pro Fläche (Newton pro Quadratmeter), die Maßeinheit ist das Pascal (Pa). Der Normalluftdruck von 1013,25 mbar (Millibar) entspricht 1013,25 hPa (Hektopascal). Die Druckschwankungen verursacht durch Schall und Infraschall von Windrädern machen Bruchteile des umgebenden Luftdrucks aus und stellen ein kleines Druck-Signal auf einem (durch andere Quellen) fluktuierendem Untergrund dar. Dies bedingt messtechnisch eine große Herausforderung infolge der geringen Signal-Untergrund bzw. Signal-Rausch-Verhältnisse.

Hinzu kommt die **Wellenform**, wie z. B. eine Sinuswelle, aber auch ein Druckimpuls mit steilen Flanken, wie er beim Durchgang eines Rotorblattes am Mast eines Windrades erzeugt wird. Dabei erzeugt jede von der Sinusform abweichende Welle mehrere ganzzahlige Vielfache der Grundfrequenz, sogenannte **Oberwellen**. Mathematisch werden Oberwellen durch eine Fourier-Transformation entsprechend ihrer **Impulsform** (Rechteck-, Dreieck-Impuls, etc.) beschrieben. Oberwellen sind hinlänglich aus der Elektrotechnik bekannt. In der Akustik, wie bei HiFi-Anlagen wird die Verzerrung, mit der ein Verstärker die Form eine Sinuswelle verzerrt, als Klirrfaktor beschrieben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es physikalisch drei Größen sind, die Schall und Infraschall kennzeichnen, die **Frequenz** (respektive die **Wellenlänge**), der **Schalldruckpegel** und die **Impulsform** (mit den daraus resultierenden **Oberwellen**). All diese Größen bestimmen unsere Wahrnehmung in der Hörakustik. Beim Infraschall wird hingegen allein der Druck als relevant angesehen. Diese Bewertung mag historisch gesehenen nachvollziehbar sein, trägt aber der Situation des Infraschalls neuer großer Windräder mit immer geringerer Grundfrequenz, weitab vom hörbaren Bereich, immer weniger Rechnung.

In Bezug auf die **Wahrnehmung** kommen weitere Größen hinzu, wie das **Geräusch** (kontinuierliches Frequenzspektrum mit Frequenzen die nicht im Verhältnis kleiner Zahlen zueinanderstehen) oder das **Klangbild** (Sinustöne mit Frequenzen, die im ganzzahligen Verhältnis zueinanderstehen). Aus der Musik sind z.B. Oktaven sowie kleine und große Terzen bekannt. Wenn eine Tonleiter in der Musik einer **Oktave** entspricht, bedeutet dies eine Verdoppelung der Frequenz. Es ist also nicht der **Schalldruck** allein, der uns etwas als angenehm oder als Dissonanz empfinden lässt. Wohlbefinden oder **Unwohlsein** sind stark davon geprägt, ob wir Musik, einen Knall, ein Quietschen, ein Klopfen oder eine Sirene usw. hören.

Doch beim Infraschall von **Windrädern**, der messtechnisch schwer zu erfassen und nicht hörbar ist, wird behördlich **allein** auf den Schalldruckpegel abgestellt. Wobei der Maßstab des Druckpegels (Dezibel) aus dem Bereich des hörbaren Schalls entstammt und dessen technische Bewertung gem. **DIN 45680** mehr als 30 Jahre alt ist.

Messung des Druckpegels von Schall und Infraschall

Die technischen Vorschriften für „**tieffrequente Geräusche**“, gem. **DIN 45680** und **TA-Lärm** (Technische Anleitung Lärm) beziehen sich auf den Schalldruckpegel und lassen das Klangbild (der Frequenzen) außer acht. Der **Schalldruckpegel** (L_p) ist wie folgt definiert, Maßeinheit ist das Bel, die gebräuchliche Form das **Dezibel (dB)**, die Formel lautet:

$$L_p = 20 \lg (p/p_0)$$

(L_p = Schalldruckpegel, Sound Pressure Level (SPL), Maßeinheit Dezibel (dB), p = gemessene Schalldruck, p_0 = Hörschwelle = 20 μ Pa (Mikropascal) bei 1 kHz Sinus)

Für den hörbaren Schall ergibt sich ein extrem weiter Bereich des Schalldruckes über sieben Größenordnungen ($10^7 = 10.000.000$) von der Hörschwelle ($p_0 = 20 \mu\text{Pa} = 0,000020 \text{ Pa}$) bis zu 200 Pa (= 140 dB). Der sehr weite Bereich ist der Grund, warum dies durch eine Logarithmus-Funktion (dekadischer Logarithmus, \lg) beschrieben wird. Die Formel hat zur Folge, dass sich der Schalldruck alle 20 dB um den Faktor 10 erhöht. 40 dB bedeuten, dass der Schalldruck um den Faktor 100 über der Hörschwelle liegt und 80 dB, das 10.000-fache der Hörschwelle. 85 dB sind auf Dauer schädigend für das Gehör. Den Schalldruck von zwei Windrädern mit je 70 dB kann man wegen der Logarithmus-Funktion nicht zu 140 dB addieren. Bei zwei identischen Schallquellen erhöht oder verringert sich der dB-Wert um jeweils 3 dB.

Die Hörschwelle

Nun kommt das Hörvermögen des Menschen hinzu. Da die **Hörschwelle** (p_0) bei der **Frequenz** von **1 kHz** festgelegt ist, das menschliche Gehör aber im Frequenzbereich von 20 Hz bis 20 kHz nicht die gleiche Hörschwelle (Sensitivität) hat, wie bei 1 kHz wird eine **Bewertung** (Filter) der dB-Skala für hörbaren Schall (die A-Bewertung) vorgenommen, die zur **dB(A)** Skala führt. Es gibt noch weitere Bewertungen (Filter) zur Anpassung der dB-Skala. Die unbewertete, ungefilterte (Zero) Skala heißt dB(Z). Die Bewertung dB(G) soll Infraschall bewerten und umfasst normativ den Bereich 8 - 100 Hz und informativ den Bereich 1 Hz – 8 Hz (bzgl. Terzmittenfrequenzen).

Frequenzbewertung <https://de.wikipedia.org/wiki/Frequenzbewertung>

Die u.g. Abb. zeigt die verschiedenen dB-Filter. Diese bewirken eine frequenzabhängige Korrektur der gemessenen Schalldruckpegel (SPL). Dabei gilt dB(A) für hörbaren Schall und dB(G) für Infraschall. dB(C) ist hier nicht relevant.

Grafik: **LUBW: Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen**, S. 96 <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/84558>

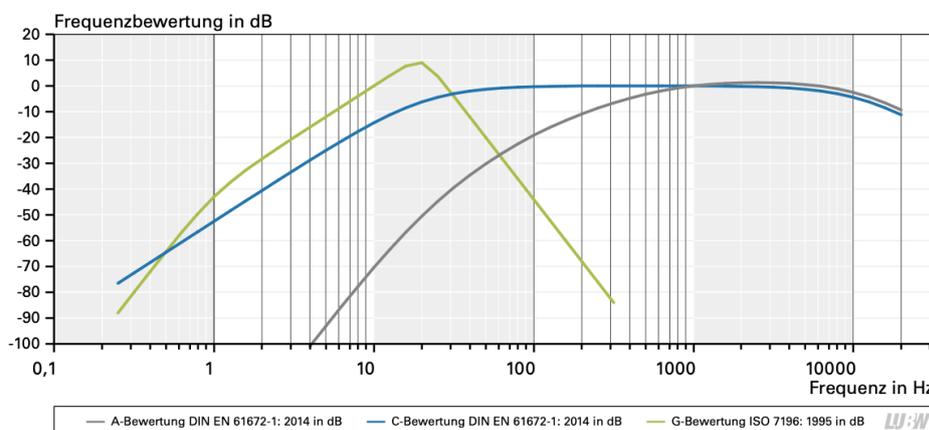


Abbildung A3-1: Verlauf der Frequenzbewertungskurven A, C und G im Bereich unterhalb von 500 Hz nach ISO 7196 und DIN EN 61672-1 (2013) [22]

Anmerkung: Außer bei Wikipedia usw. findet man hier eine **verständliche** Definition von Begriffen. **Allgemeine Begriffe der Akustik**

<https://www.driesen-kern.de/produkte/schallpegelmesser/allgemeine-begriffe-der-akustik.php>

Die auf das **menschliche Gehör** bezogene **dB(A)** Definition zeigt, dass sie für die Bewertung von **Infraschall nicht anwendbar** ist. Gemäß DIN 45680 und TA-Lärm (für tieffrequente Geräusche) ist der Geltungsbereich des dB(G) Filters für Infraschall von 8 Hz bis 100 Hz normativ festgelegt. Ab 1 Hz wird nur informativ bei Verdacht gemessen. Das menschliche Ohr als „Detektor“ wirkt dennoch erst ab ca. 20 Hz aufwärts, bei einigen Personen bestenfalls ab 16 Hz. Daraus folgt selbst **gem. der neu überarbeiteten DIN 45680:**

a) im Bereich **8 Hz – 20 Hz** wird (mit der dB(G)-Bewertung) so getan, als ob das Ohr etwas hören könne

b) der Bereich **1 - 8 Hz** wird normativ überhaupt nicht erfasst. Hier wird nur **bei Verdacht** informativ gemessen, obgleich dies der Frequenzbereich neuer großer Windräder ist

d) Frequenzen **< 1 Hz** werden überhaupt nicht beachtet und sind gerichtlich **nicht relevant**, obgleich neue große Windräder in der Grundfrequenz deutlich darunter arbeiten (aktuell ca. 0,30 Hz)

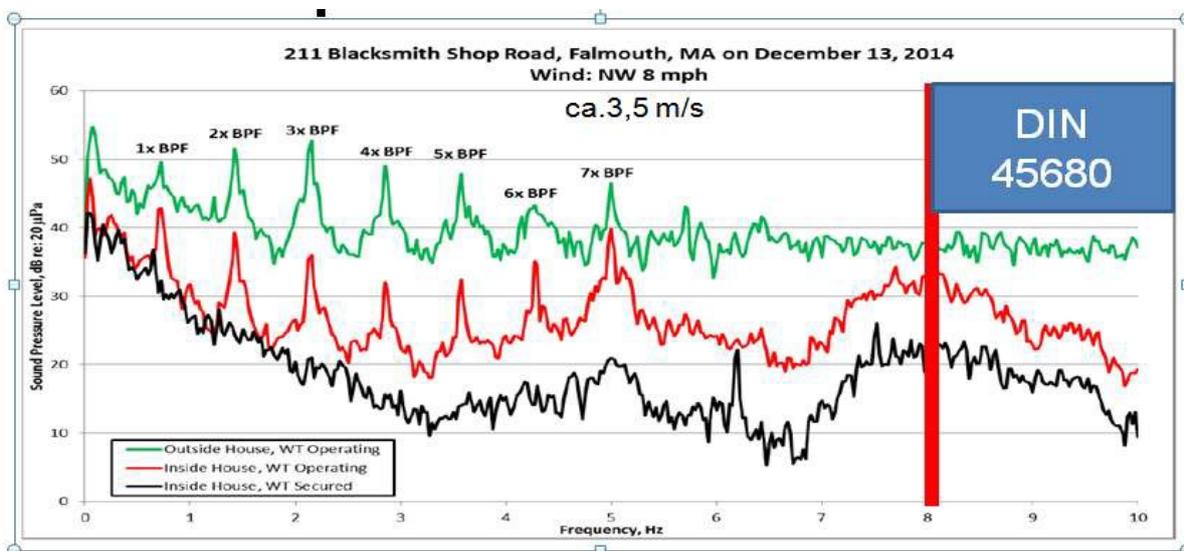
Vieles mag aus Sicht der etwa 30 Jahre alten DIN 45680 damals sinnvoll gewesen sein, wobei DIN-Normen jahrelang zur Erstellung brauchen. Damals waren technischen Quellen für niedrigfrequenten Schall, wie Verkehrslärm und technische Anlagen relevant, die gemessen an ihren Geräuschen **diffusen** (indifferenten) **Schall** und Infraschall aussenden. Diese Situation hat sich mit den neuen, immer größeren Windrädern **grundlegend** geändert. Deren Geräusche sind nicht diffus, sondern **periodisch** (Wumm-Wumm-Wumm) inkl. Oberwellen (einem Klangbild mit ganzzahligen Vielfachen der Grundfrequenz) und finden zweitens komplett in dem von der DIN 45680 nicht normativ erfassten Frequenzbereich (< 8 Hz) statt. Dadurch werden, selbst bei informativer Messung im Bereich 1 – 8 Hz, ca. **20% der Energie** des Infraschalls **nicht bewertet**. Desungeachtet wird von Politik, Behörden und Medien darauf verwiesen, dass die, entsprechend dem menschlichen Gehör, festgelegten, Schalldruckpegel das Maß der Dinge auch für den Infraschall, insbesondere auch für den von Windrädern seien.

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 Klopfergeräusche, 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 Geräusche**, 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 NO-Stoffwechsel [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, das man am besten als „verwirbelt“ bezeichnet, wie es zum Beispiel auch an größeren Gefäßverzweigungen der Fall ist. Weiterhin wird die herausragende Bedeutung von PIEZO-Kanälen für zahlreiche Funktionen von Organismen betrachtet“.

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

<https://www.epochtimes.de/meinung/fachaeztin-behoerden-wollen-gefahren-von-infraschall-durch-windkraft-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 Infraschall-Ereignisse. 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-infraschall-dessen-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 Messtationen 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 Wellenlänge (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 für 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 Messtationen der BGR hatte.

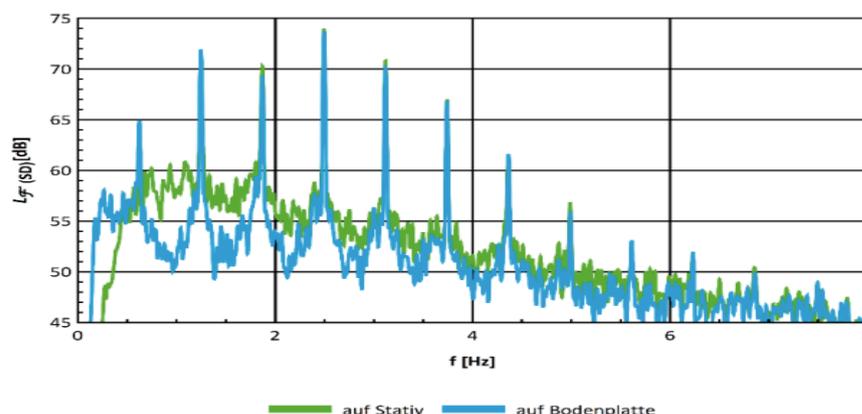
https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Oeffentlichkeitsarbeit/Pressemitteilungen/BGR/bgr-2021-04-27_erklaerung-zum-infraschall-von-windenergieanlagen.html

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 vorzunehmen, 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 vorgeschalteten 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.: **Geräuschwirkungen bei der Nutzung von Windenergie an Land**

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_69-2022_geraeuschwirkungen_bei_der_nutzung_von_windenergie_an_land.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 zufällige 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 Vulkanausbrüche, 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-messtechnische-Bewertung-von-Infraschall.pdf>

Der Bundesverband Vernunftkraft

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 Untersuchungen**, 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 raumluftechnische 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 Krahe, Dirk Schreckenberger, 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.