IG WINDKRAFT
Austrian Wind Energy Association

Windenergie und Infraschall

Windkraftanlagen erzeugen, wie beinahe alle Geräuschquellen, auch Infraschall. Infraschall von Windrädern ist aber selbst im Nahbereich der Anlagen sehr schwach ausgeprägt. Er kann unter normalen Umständen nicht wahrgenommen werden und ist daher laut zahlreicher internationaler Studien auch nicht gesundheitsgefährdend. Gesundheitsgefährdende Auswirkungen von Infraschall, der von Windkraftanlagen erzeugt wird, konnten bisher nicht festgestellt werden.
Bei Schall und Infraschall handelt es sich technisch gesehen um eine sehr komplexe Materie. Deswegen entstehen bei der Interpretation von Studienergebnissen oft grobe Missverständnisse und verwirrende Aussagen, die physikalisch vielfach nicht haltbar sind. Diese kurze Zusammenfassung der wichtigsten Fakten soll Klarheit schaffen.

1. Was ist Schall?

Schall ist nichts anderes als eine Druckveränderung. Eine **Schallwelle ist also eine Schwankung im Luftdruck**, die unser Trommelfell in Schwingung versetzt. Wahrnehmen können wir diese Druckänderung aber beispielsweise auch mit unserem Körper (Vibration – beispielsweise durch Presslufthammer oder laute Bässe bei Konzerten).

Die ***Frequenz*** des Schalls ist wesentlich für die Wahrnehmung. Je schneller der Druckwechsel, desto mehr Schwingung gelangt an unser Ohr, desto höher wird ein Ton wahrgenommen. Gemessen wird diese Frequenz in Hertz (Hz) – 1 Hz ist eine Schwingung pro Sekunde.

Ebenso ist der ***Schalldruck*** („die Lautstärke“ oder „Intensität“) des Schalls wesentlich für die Wahrnehmung. Gemessen wird diese „Intensität“ in Dezibel (dB). Dieser Wert wird meistens mit einem zusätzlichen Buchstaben angegeben. Üblicherweise wird Schall A-bewertet angegeben. Diese Methode bewertet den Schalldruck, wie Menschen ihn wahrnehmen. Die G-Bewertung geht noch etwas detaillierter auf den unhörbaren tieffrequenten Schall (Infraschallbereich) ein.

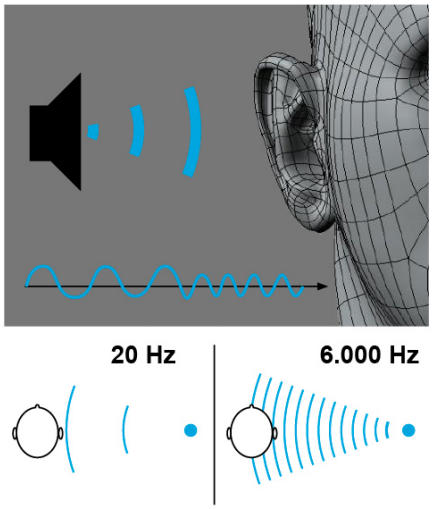

Abbildung 1: Schallwelle

2. Was ist Infraschall?

Infraschall ist eigentlich nichts anderes als normaler Schall. Allerdings findet dieser auf einer sehr niedrigen Frequenz statt. Ähnlich wie beim Licht, wo es ultraviolettes und infrarotes Licht gibt, nennt man beim Schall die hohen Frequenzbereiche „Ultraschall“ und die tiefen Frequenzbereiche „Infraschall“. Auch Ultraschall kommt in unserer Umwelt ständig vor, obwohl er nicht wahrnehmbar ist. So orientieren sich etwa auch Fledermäuse mit Ultraschall, Elefanten und Wale mit Infraschall.

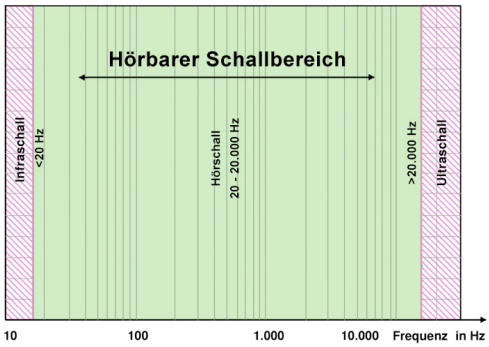

Abbildung 2: Schallbereiche[1]

3. Ist Infraschall „hörbar"?

Beginnend mit einer Frequenz von etwa 16 – 20 Hz kann das menschliche Ohr Töne wahrnehmen. Die Vorsilbe „Infra" kommt aus dem Lateinischen und bedeutet in etwa „darunter". Dieser besonders tiefe Bereich des Schalls ist dementsprechend ein „unter der Hörschwelle" liegender.[1] In der ISO Norm 7196-2 wird Infraschall als Geräusch innerhalb eines Frequenzbereiches von 1-20 Hz definiert. **Die Empfindlichkeit des Ohres nimmt ab, je tiefer ein Ton ist**. Der Grund liegt darin, dass eine langsame Schwingung nur noch richtig wahrgenommen werden kann, wenn sie auch sehr stark ist. Das heißt, dass eine Schallwelle im unteren Frequenzbereich wesentlich stärker bzw. „intensiver/lauter" (höherer Schalldruck) sein muss als bei höheren Frequenzen, um noch wahrnehmbar zu sein.

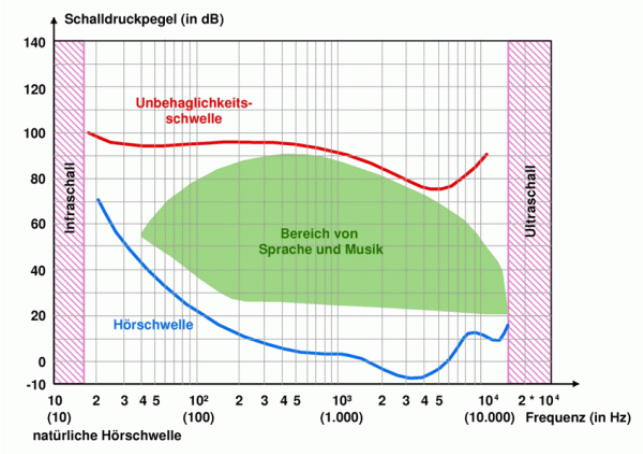

Abbildung 3: Hörbarkeitsschwellen abhängig von der Frequenz[1]

4. Wo kommt Infraschall vor?

Infraschall ist eine alltägliche Erscheinung. Wie bei Licht (das auch zumeist Infrarotanteile enthält) gibt es bei so gut wie jedem Schallereignis auch Infraschallanteile – d.h. wenn etwas Schall verursacht, dann sind sehr oft auch Infraschallanteile enthalten. Die bloße Tatsache, dass Infraschall im Lebensumfeld vorhanden ist, sagt noch nichts über die Auswirkungen aus. Genauso wie bei hörbarem Schall die Intensität entscheidend ist, ist dies beim Infraschall ähnlich. Viele Quellen, denen wir täglich ausgesetzt sind, erzeugen Infraschall. Oft ist dieser wesentlich intensiver, als jener Infraschall, der von Windkraftanlagen hervorgerufen wird.

Natürliche bzw. technische Quellen[2,3] für Infraschall können sein:

- LKW oder PKW Verkehr
- Heizanlagen/Brennöfen
- Motoren/Pumpen
- Waldrauschen, Blätterrauschen
- Tiere (Wale, Elefanten)
- Pumpen
- Tunneleinfahrten
- Kompressoren/Verdichter (z.B.: Kühlschränke)
- Flugzeuge/Hubschrauber
- Windböen
- Meeresbrandung, Rauschen eines Baches

5. Wie wird Infraschall wahrgenommen?

Da Infraschall wesentlich tiefer als der hörbare Schall ist und eine sehr langsame Änderung des Luftdruckes ist, kann er vom menschlichen Ohr nicht mehr als Geräusch wahrgenommen werden. Diese äußerst langsame Druckänderung nimmt unser Ohr bzw. unser Körper nur noch schwer wahr.

Durch diese langsame Änderung muss der Druck, den diese Schwingungen haben, sehr hoch sein, um überhaupt vom Menschen wahrgenommen werden zu können. Andernfalls kann diese Schwingung überhaupt nicht mehr bemerkt werden. Abbildung 3 (Seite 2) zeigt die Schwellen, ab denen wir Töne hören oder fühlen können. Für die Wahrnehmung (Hören oder Fühlen) sind, wie schon beschrieben, zwei Dinge wichtig: Frequenz und Schalldruck. Ist die Frequenz hoch - also schwingt die Druckwelle schnell - nehmen wir das leicht wahr, der „Druck" muss dafür nicht sehr hoch sein (daher sinkt die „Hörschwelle" auch mit zunehmender Frequenz). Schwingt die Schallwelle langsam, muss der Druck sehr hoch sein, um über die Wahrnehmungsschwelle zu kommen. **Wichtig**: Daher wird ein Geräusch je nach Frequenz unterschiedlich laut wahrgenommen.

[1] www.wind-ist-kraft.de (Abgefragt am 9. April 2015)
[2] tlw. Umweltbundesamt (DE), Wissenswertes über den tieffrequenten Schall
[3] Bayrisches Landesamt für Umwelt, Windenergieanlagen –beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit? (2014)

Beispiel: Wird einer Person ein Ton von 1.000 Hz vorgespielt, empfindet sie die Lautstärke dieses Tons wesentlich lauter als die Lautstärke eines tatsächlich gleich lauten Tons (dh. mit dem selben Schalldruck) mit einer Frequenz von z.B. 50 Hz.

6. Welcher Infraschall geht von Windkraftanlagen aus?

Durch die Luftverwirbelungen an den Rotorblättern von Windkraftanlagen entsteht Schall. Durch die Bewegung der Windradflügel wird die Luftströmung beim Mast unterbrochen und dadurch entsteht der Infraschallanteil. Messungen an Windkraftanlagen zeigen, dass die Stärke des von den Windkraftanlagen ausgehenden Infraschalls ab 500 m Entfernung unter 70 dB liegt, also unter der Hör- und Wahrnehmungsschwelle. Eine Messung in 250 m Entfernung von einer Windkraftanlage zeigt auch dort eindeutig, dass auch in kürzester Entfernung keine relevanten Schwellen erreicht werden.[4] Eine detaillierte Messreihe von Baden-Württemberg hat ab einem Abstand von 700 Meter zum Windrad messtechnisch kaum mehr feststellen können, ob das Windrad an- oder abgeschaltet war. Der Infraschallpegel änderte sich kaum noch.
Diverse Studien haben gezeigt, dass eine körperliche Wahrnehmung von Infraschall erst ab 90 dB bei sehr niedrigen Frequenzen (unter 16 Hz) möglich ist. So können beispielsweise Föhnwinde, schwerer Seegang, Vulkanausbrüche oder aber auch das Abrollgeräusch von PKW- oder LKW-Reifen einen Schalldruck von über 100 dB erreichen. Die Insassen eines fahrenden PKW sind etwa 120 dB ausgesetzt (bei 20 Hertz).[5,1]

"Generell ist der Infraschallpegel hoch, sobald viel Wind weht, egal, ob Windräder vorhanden sind oder nicht."
Armin Winkler, Schalltechniker der EWS Consulting

7. Warum wird Infraschall bei Windkraftanlagen diskutiert?

Infraschall kann normalerweise nicht gehört oder gesehen werden. Nur wenn der Schalldruck sehr stark ist, kann er wahrgenommen werden. Da die Errichtung von Windkraftanlagen mit strengen Auflagen verbunden ist, werden die Auswirkungen auf die Menschen, die rund um Windkraftanlagen wohnen, intensiv geprüft.

Zur Beurteilung der Auswirkungen von Windkraftanlagen ist es notwendig, streng kontrollierte und nach wissenschaftlichen Kriterien durchgeführte Methoden zu verwenden.

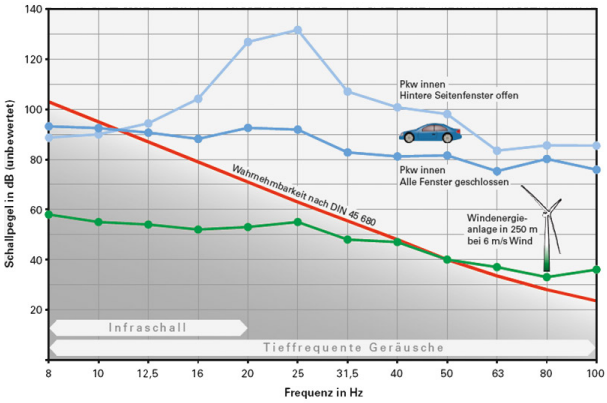

Abbildung 4: Schwellwerte bei laufender Windkraftanlage[9]

Immer wieder sind auch im Internet Falschaussagen, Aussagen die sich auf Gerüchte stützen und unwahre Berichte zu finden. Obwohl diese Berichte mittlerweile nicht nur durch Akustikbüros, Universitäten und Ärzte sondern auch durch staatliche Einrichtungen eindeutig widerlegt wurden, werden diese Berichte immer wieder als „Beweise“ herangezogen. Eine australische Studie zu diesem Thema bestätigt die Arbeit von 8 US-amerikanischen Medizinern und Technikern, in der davon gesprochen wird, dass Menschen eher durch die Aufregung um das Thema „Infraschall“ beunruhigt werden, als durch einen – gar nicht feststellbaren – Effekt durch Infraschall. Eine sachliche Auseinandersetzung hilft offensichtlich gegen Übertreibungen. [6,7,8,9]

[4] Kötter Consulting Engineers, Schalltechnischer Bericht (2010)
[5] http://www.mlui.org/mlui/news-views/articles-from-1995-to-2012.html?archive_id=1049 (01/2011)
[6] Australian Government, National Health and Medical Research Council, 2010
[7] Massachusetts Dept. Of Environmental Protection, Massachusetts Dept. of Public Health, 2012
[8] Sydney School of Public Health, 2013
[9] BWE Bundesverband Windenergie: https://www.wind-energie.de/themen/infraschall

8. Infraschall von Windrädern auch in Österreich konkret gemessen

Um für das Thema Infraschall auch auf österreichische Messungen zurückgreifen zu können, wurden im Jahr 2014 durch das technische Büro EWS Consulting Messungen der Infraschallemissionen von Windkraftanlagen durchgeführt und in Relation zu anderen Infraschallquellen gesetzt, denen wir täglich ausgesetzt sind. Es hat sich gezeigt, dass im Infraschallbereich zwischen 0 und 20 Hertz der gemessene Infraschall unter den meisten anderen (auch natürlichen) Quellen lag. So ist der Infraschall eines Kühlschrankmotors mit 62 dB genauso hoch wie die Infraschallmessung in der Nähe einer Windkraftanlage in Munderfing in Oberösterreich (rund 62 dB). Auch die Messungen beim Windpark Munderfing haben hat gezeigt, dass Infraschallimmissionen am Siedlungsrand in einer Entfernung von 1.300 m nicht mehr vom ortsüblichen Umgebungsinfraschall unterscheidbar sind (rund 62 dB). Infaschallmessungen im Waldviertel, weit abseits von menschlichen Geräuschquellen, waren mit 73 dB bedeutend höher.

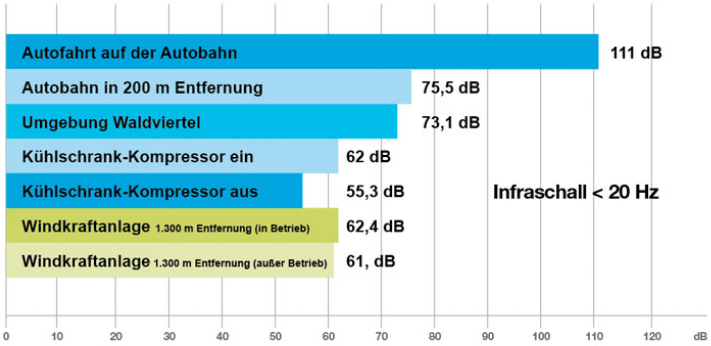

Abbildung 5: Infraschalluntersuchung der EWS Consulting. Wenn sich ein Kühlschrankmotor einschaltet, erzeugt er ungefähr soviel Infraschall wie in der Umgebung einer laufenden Windkraftanlage gemessen wird (1300 Meter Abstand). Die Messungen beim Windpark Munderfing haben hat gezeigt, dass Infraschallimmissionen am Siedlungsrand in einer Entfernung von 1.300 m nicht mehr vom ortsüblichen Umgebungsinfraschall unterscheidbar sind. (Die Differenz zwischen 62,4 dB und 61 dB liegt innerhalb der Messungenauigkeit des Mikrofons)[10]

2015 wurden im Windpark Bad Deutsch-Altenburg ebenfalls Windräder vermessen. Ziel der von Landessachverständigen geforderten Untersuchung war, die prognostizierten Schallemissionswerte zu überprüfen. Das Ergebnis der Untersuchung zeigte deutlich, dass die Schallwerte sogar unter den angenommenen Werten zu liegen kamen. Die Messungen wurden in einer Entfernung von knapp 200 Meter von den Windrädern durchgeführt. Selbst im Nahbereich der Anlagen waren die Infraschallwerte weit unter der Hörbarkeitsschwelle und somit unbedenklich auf gesundheitlicher Sicht. Wie in der Abbildung 6 reichen die Infraschallwerte, sowohl bei schwachem, als auch bei starkem Wind kaum über den Grundschallpegel hinaus.[10, 11]

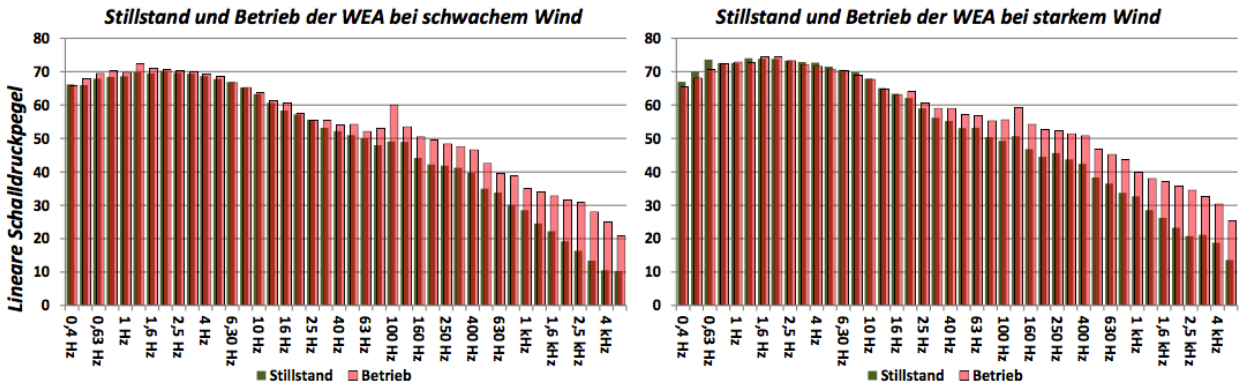

Abbildung 6: Infraschalluntersuchung von Novakustik im Windpark Bad Deutsch-Altenburg. Die Infraschallwerte reichen kaum über den Grundschallpegel hinaus, der auch ohne Windräder in Bad Deutsch-Altenburg vorhanden ist.[11]

[10] Windenergieanlagen und Infraschall: Fakten, Daten und Messergebnisse Wolfgang Neuhofer, EWS Consulting GmbH (PDF)
[11] Infraschalluntersuchung von Novakustik im Windpark Bad Deutsch-Altenburg.

9. Zusammenfassung

Infraschall ist tieffrequenter Schall, der entweder technischen oder natürlichen Quellen stammt. Dieser muss, um wahrgenommen zu werden, sehr stark („laut“ bzw. „intensiv“) sein. Infraschall wird von annähernd allen Geräuschquellen emittiert – fast jedes Geräusch hat auch einen unhörbaren Anteil. Der von Windkraftanlagen abgegebene Schall hat im Vergleich zum hörbaren Geräusch einen sehr schwachen Anteil im tieffrequenten Bereich („Infraschallbereich“). Dieser kann also unter normalen Umständen nicht wahrgenommen werden und ist laut zahlreicher internationaler Studien auch nicht gesundheitsgefährdend. Gesundheitsgefährdende Auswirkungen von Infraschall, der von Windkraftanlagen erzeugt wird, konnten bisher nicht festgestellt werden.

Weiterführende Informationen finden Sie auch auf unserer Homepage: www.igwindkraft.at/fakten

Externe Informationen:

- Massachusetts Dept. Of Environmental Protection:
  Wind Turbine Health Impact Study
  http://www.mass.gov/eea/docs/dep/energy/wind/turbine-impact-study.pdf

- Umweltbundesamt Deutschland:
  Wissenswertes über den tieffrequenten Schall
  http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/infraschall.pdf

- Bayrisches Landesamt für Umwelt:
  Windenergieanlagen: beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?
  http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_117_windkraftanlagen_infraschall_gesundheit.pdf

- Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden Württemberg:
  Tieffrequente Geräusche und Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen
  http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/223895/

- Wolfgang Neuhofer, Vortrag AWES 2014:
  Windenergieanlagen und Infraschall, Fakten Daten und Messergebnisse
  www.awes.at

IG Windkraft Österreich
Tel.: 02742/21955-0
Mail: igw@igwindkraft.at
Web: www.igwindkraft.at