



**LGL** Beeinträchtigt der durch Windenergieanlagen  
verursachte Infraschall die Gesundheit?

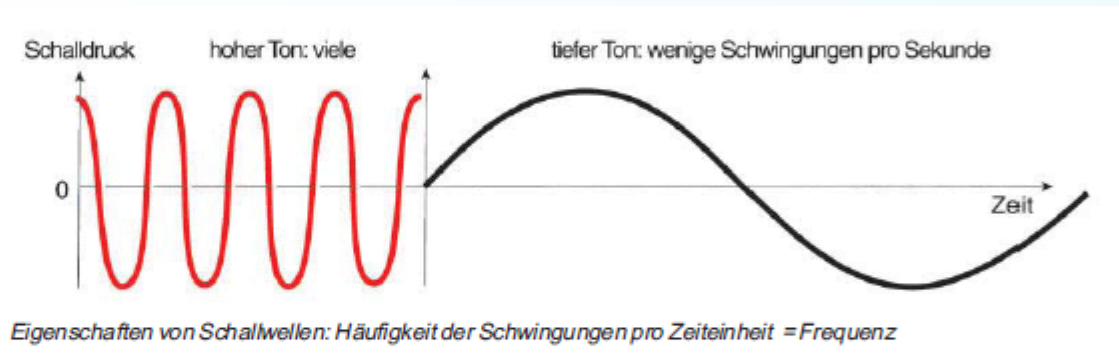
**VHS Erlangen  
25. März 2014**

# Zentrale Fragen

- Infraschall, was ist das überhaupt?
- Können Menschen Infraschall hören oder andersartig wahrnehmen?
- Kann der Infraschall schädlich sein, auch wenn ich ihn nicht hören oder andersartig wahrnehmen kann?
- Wie hoch ist eigentlich der Infraschall von Windenergieanlagen?
- Kann Infraschall von Windenergieanlagen schädlich sein?

# Was ist Schall?

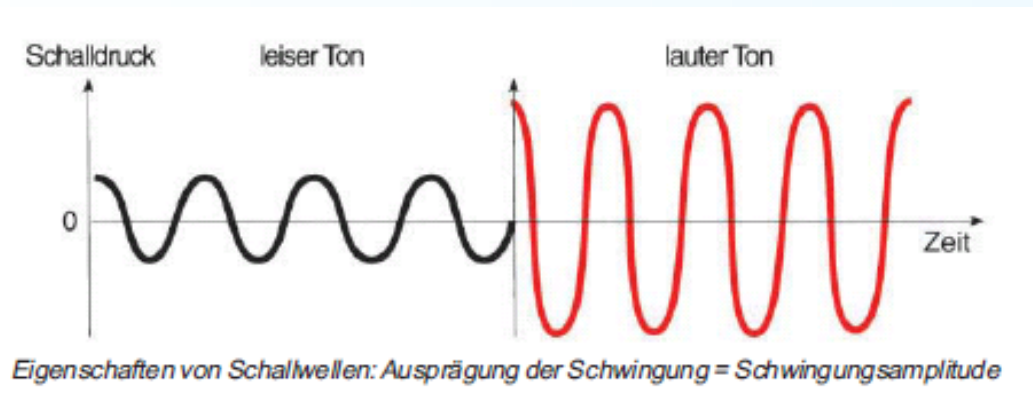
- Schall = Luftdruckschwankungen, die dem atmosphärischen Druck überlagert sind
- Zahl der Luftdruckschwankungen pro Sekunde = Frequenz; sie wird in Hertz [Hz] gemessen:  
**1 Schwingung pro Sekunde = 1 Hz; 1000 Hz = 1 kHz**



Quelle: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) (Hrsg.), [www.baua.de](http://www.baua.de)

# Akustische Maßzahlen: Dezibel

- Je größer die Luftdruckschwankungen, desto lauter der Ton

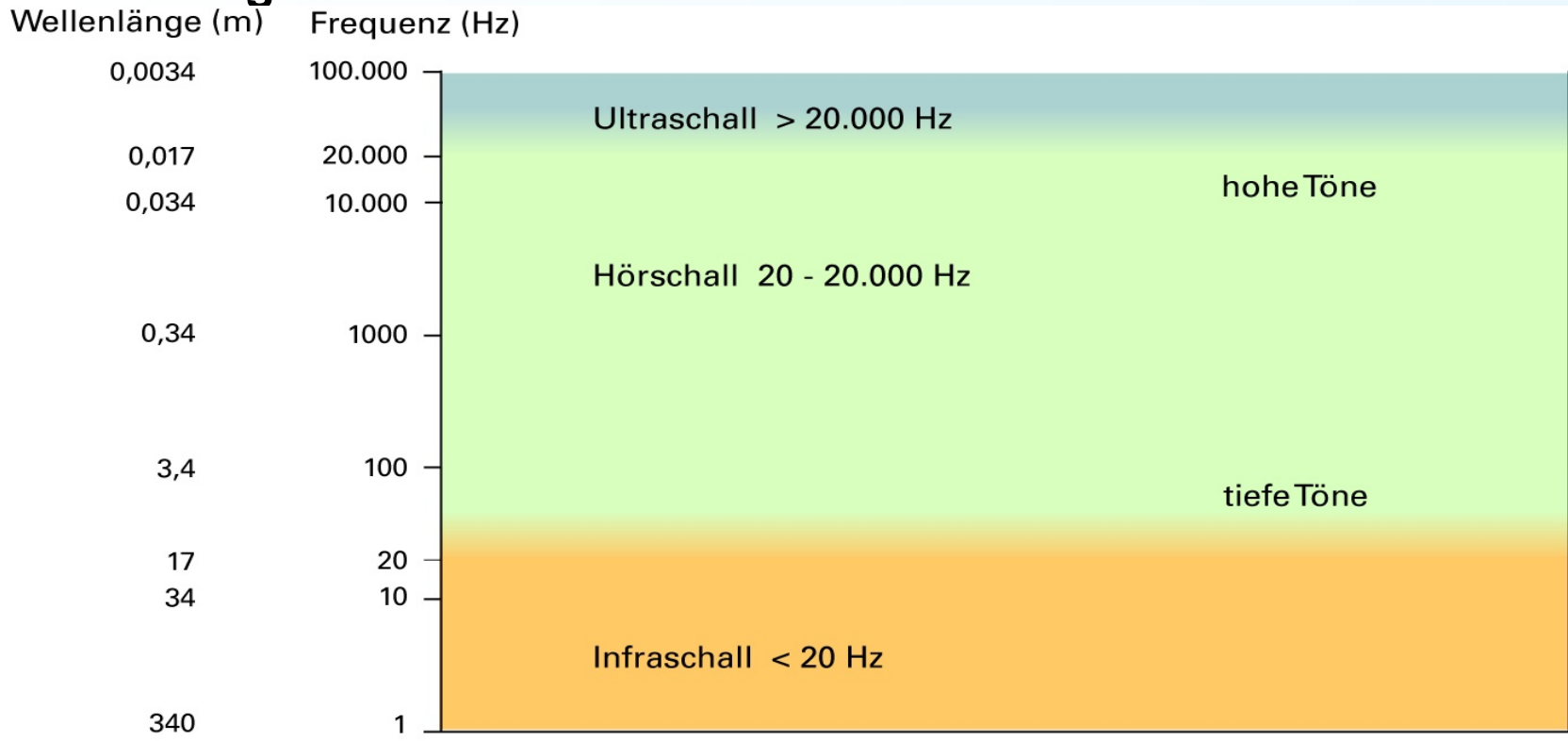


Quelle: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) (Hrsg.), [www.baua.de](http://www.baua.de)

- Schalldruckpegel wird in Dezibel [dB] angegeben

# Was ist Infraschall?

## Hörschall und Infraschall werden anhand ihrer Frequenz bzw. Wellenlänge unterschieden



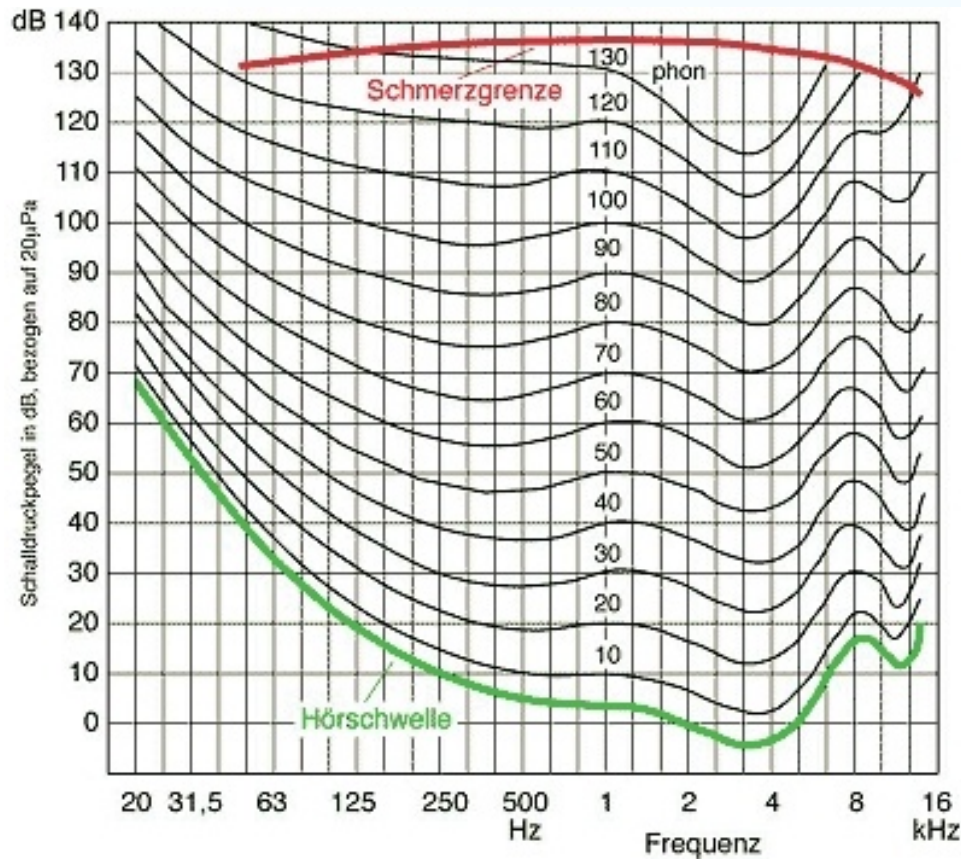
Quelle: LfU, LGL (2012): Windkraftanlagen – beeinträchtigt Infraschall unsere Gesundheit?

# Das Hören von Infraschall (auditive Wahrnehmung)

## Auch Infraschall kann gehört werden!!!

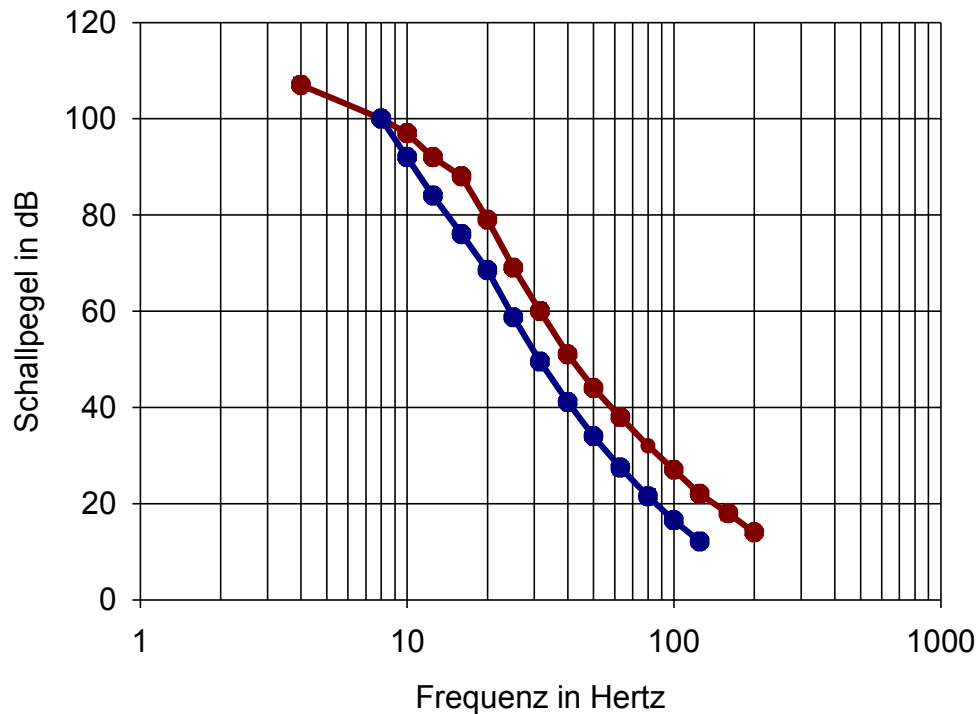
- Die Art des Hörens ändert sich
  - Die Tonhöhenwahrnehmung verschwindet
  - Töne werden diskontinuierlich wahrgenommen (als einzelne Pulse statt als durchgehender Ton)
  - Es entsteht ein Druckgefühl an dem Trommelfell
- Die Sensitivität im Infraschallbereich ist gering, d.h. der Schallpegel muss sehr hoch sein, damit ein Höreindruck entsteht
- Der Abstand zwischen Hörschwelle und Schmerzschwelle nimmt ab

# Kurven gleich empfundener Lautstärken im Bereich des Hörschalls



Quelle: LfU (2013): Lärm – Hören, messen und bewerten

# Hörschwelle bzw. Wahrnehmungsschwelle im tieffrequenten Schallbereich



- Hörschwelle nach ISO:226, 2003 and Watanabe + Moller 1990
- Wahrnehmungsschwelle aus E DIN 45680:2013-09

Wahrnehmungsschwelle  
nach  
E DIN 45680:2013-09  
= 90% Perzentil der  
Hörschwellenverteilung



# Nicht-auditive Wahrnehmung von Infraschall

- Vibrationen in verschiedenen Körperteilen, (Lenden-, Gesäß-, Oberschenkel- und Wadenbereich, Brustkorb)
- Treten auf bei Schallpegeln ca. 20-25 dB bzw. 40-50 dB oberhalb der Hörschwelle

# Quellen von Infraschall

Entsteht praktisch bei allen Tätigkeiten und Vorgängen, die Geräusche erzeugen.

Pegel ist häufig so niedrig, dass der Infraschall nicht wahrnehmbar ist.

## **Natürliche Quellen**

- z.B. Wasserfälle, Meeresbrandung, starke Windströmungen, Luftturbulenzen, Vulkanausbrüche, Elefanten

## **Technische Quellen**

- z.B. maschinengetriebene Geräte (z.B. Heizungs- und Klimaanlage, Waschmaschinen, Kompressoren, Pumpen), Fahrzeuge

# Schallemissionen und –immissionen von WEA

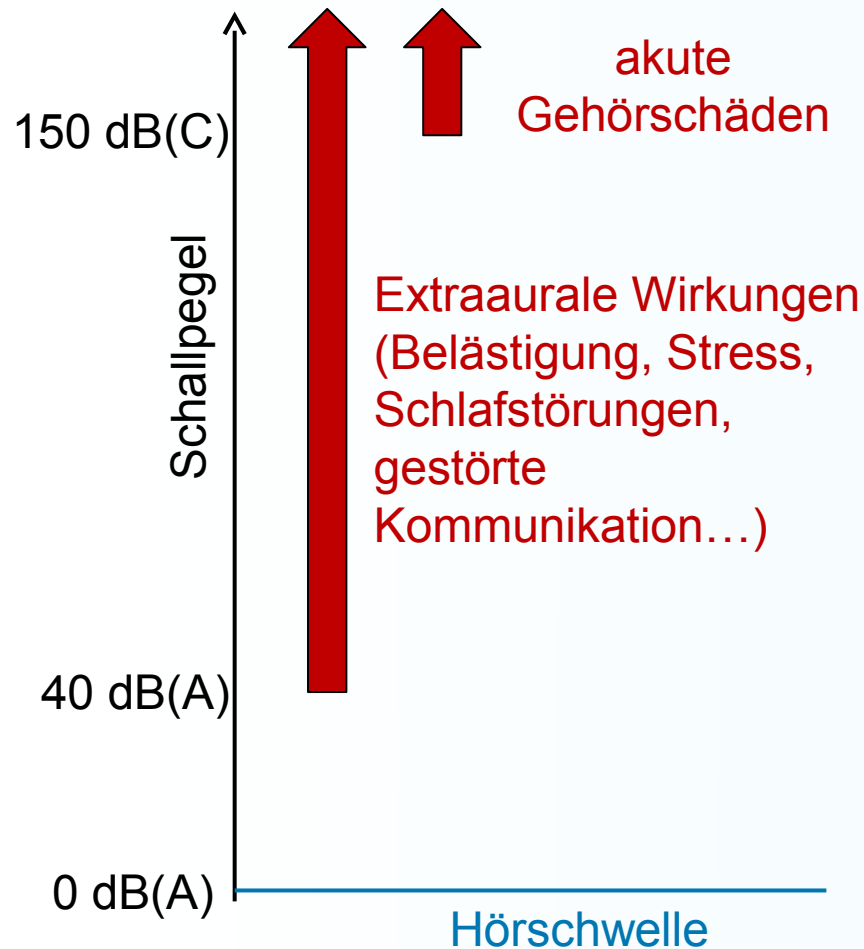
## Emissionen (Schallabgabe)

- Entstehen bei der Rotorbewegung (Luftturbulenzen)
- Steigen mit zunehmender Größe der Anlagen, ebenso steigt der Anteil an tieffrequentem Schall und Infraschall
- nehmen mit zunehmender Windstärke zu, ab 7-8 m/s ist jedoch kein weiterer Anstieg zu verzeichnen

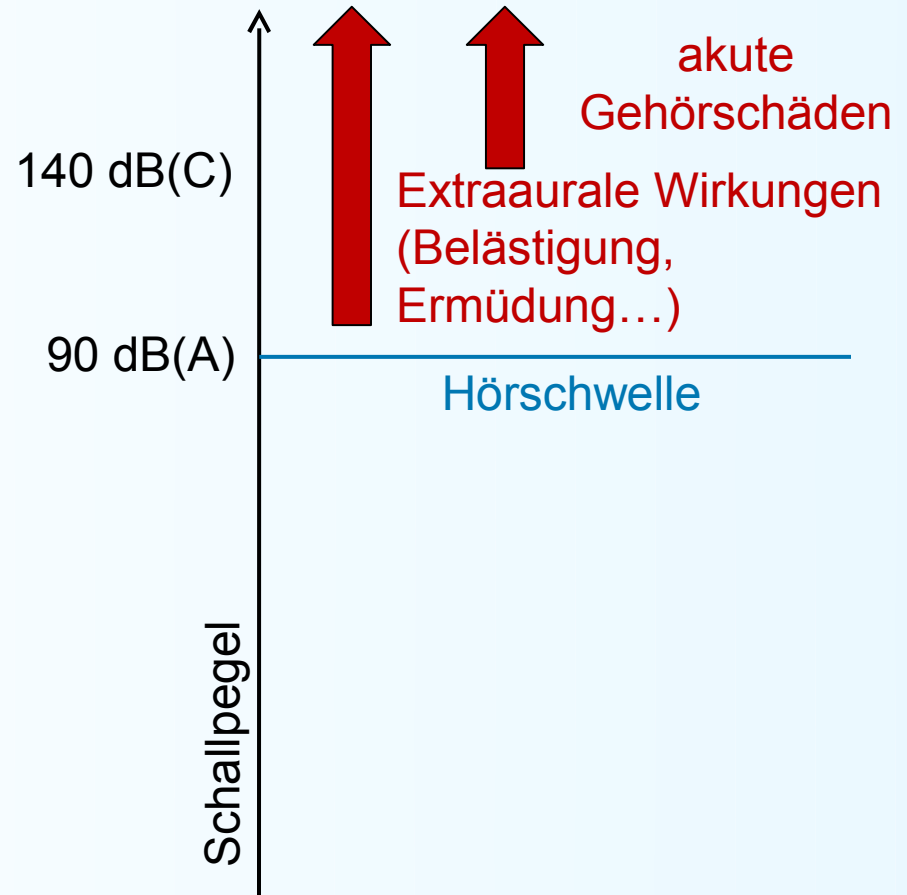
## Immissionen (Schallbelastung in der Umgebung)

- Infraschall liegt bereits im geringen Abstand unterhalb der Hörschwelle (Jakobsen 2005, Moller und Pedersen 2011)
- Anteil an Schall mit tiefen Frequenzen noch höher als bei Emissionen
- Schwerpunkt des Lärms aber noch im Frequenzbereich 250 bis 1000 Hz

## Wirkungen des Hörschalls



## Wirkungen des Infraschalls

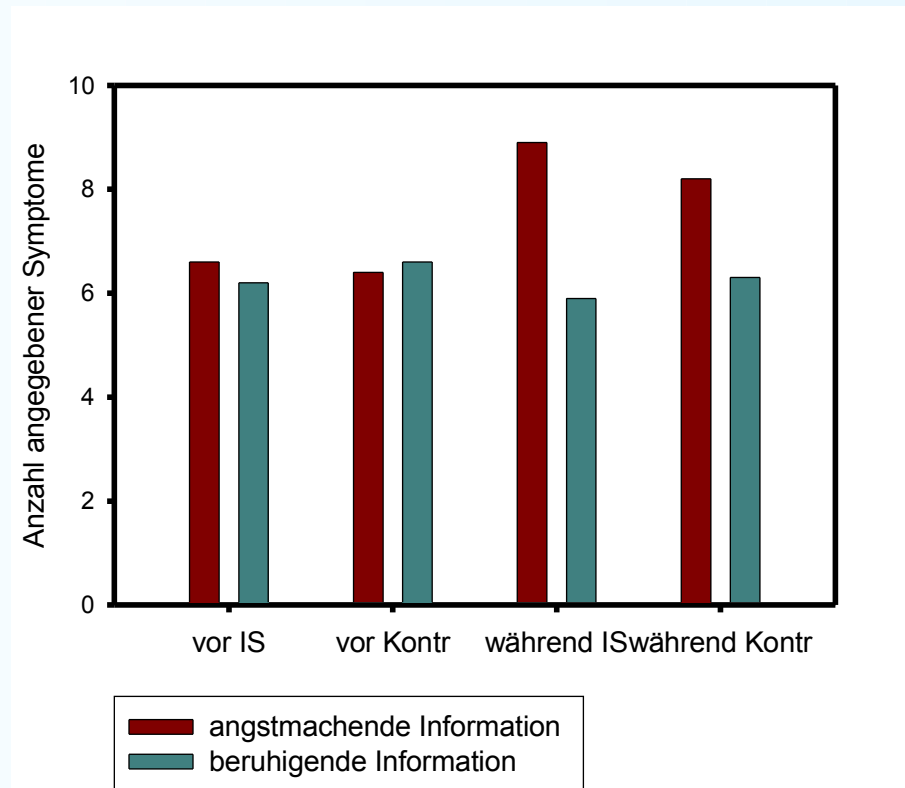


# Die (individuelle) Hörschwelle als zentrales Kriterium zur Bewertung des Infraschalls

- Alle bisherigen Hinweise auf gesundheitliche Wirkungen des Infraschalls stammen aus Studien, in denen die Hörschwelle überschritten war
- Das Gehör ist das empfindlichste Wahrnehmungsorgan des Menschen für Infraschall (Moller und Pedersen 2004)
  - > Belästigung und physiologische Effekte können erst ab der Hörschwelle auftreten
- Studien zu Wirkungen des Infraschalls unterhalb der Hörschwelle ergeben keinen Hinweis darauf, dass so niedriger Infraschall gesundheitliche Wirkungen haben kann (Ising 1982, Landström und Byström 1984, Moller 1984)

# Neuere Erkenntnisse

- Möglicherweise werden äußere Haarzellen im Innenohr (haben eine „schallverstärkende“ Funktion im Ohr, um die Sensitivität des Hörens zu erhöhen) bereits bei Infraschallpegeln unterhalb der Hörschwelle angeregt (Salt und Hullar 2010);  
Bedeutung für die Gesundheit völlig unklar
- Neue Studie zeigen, dass Reaktionen auf Infraschall auch viel mit Erwartungen und Ängsten zu tun haben (Crichton et al. 2013)



# Zusammenfassung

- Infraschall ist ebenso wie Hörschall eine Luftdruckschwankung
- Infraschall kann „gehört“ werden, der Schalldruck muss dafür aber sehr hoch sein
- Nur wenn der Schalldruck so hoch ist, dass Infraschall gehört werden kann, sind gesundheitliche Wirkungen beschrieben
- Unterhalb der Hörschwelle sind keine gesundheitlichen Wirkungen des Infraschalls beschrieben
- Infraschall von Windenergieanlagen liegt schon bei geringen Abständen unterhalb der Hörschwelle

**Herzlichen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**



# Quellen

- Betke K, Remmers H. Messung und Bewertung von tieffrequentem Schall. DAGA 1998.
- Ising H, Schwarze C. Infraschallwirkungen auf den Menschen. Zeitschr Lärmbekämpfung 1982; 29: 79-82.
- Jakobsen J. Infrasound emission from wind tubrines. J Low Freq Noise Vibr Act Control 2005; 24:145-155.
- Landström U, Byström M. Infrasonic threshold levels of physiological effects. J Low Freq Noise Vibr 1984;3(4):167-73.
- Moller H. Physiological and psychological effects of infrasound on humans. J Low Freq Noise Vibr 1984; 3; 1-16.
- Moller H, Pedersen CS. Hearing at low and infrasonic frequencies. Noise and Health 2004; 6(23): 37-57.

## Quellen (2)

- Moller H, Pedersen CS. Low-frequency noise from large wind turbines. J Acoust Soc Am 2011; 129: 3727-3744.
- Leventhall G. What is infrasound? Progr Biophys Mol Biolog 2007; 93: 130-137.
- Salt AN, Hullar TE. Responses of the ear to low frequency sounds, infrasound and wind turbines. Hear Res 2010; 268: 12-21.
- E DIN 45680:2013-09 Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräuschemissionen.