

Schall und Infraschall von Windkraftanlagen

Christian Eulitz

Möhler + Partner Ingenieure AG
Beratung in Schallschutz und
Bauphysik

München – Augsburg – Bamberg

www.mopa.de

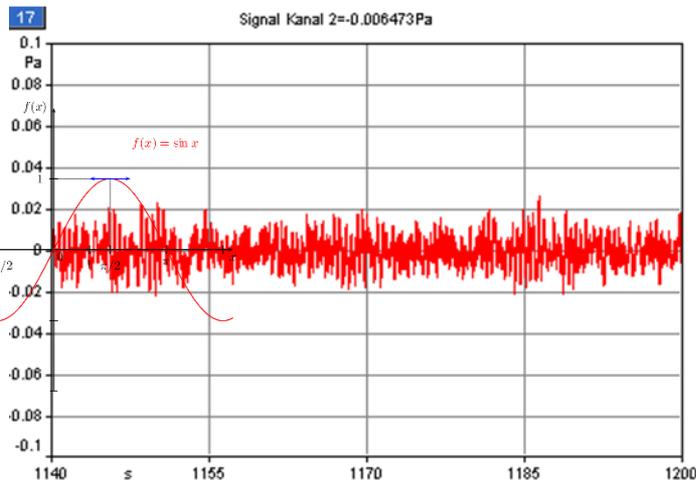
info@mopa.de

- ▶ Grundlagen Schall
- ▶ Grundlagen ausgeprägt tieffrequenter Schall und Infraschall
- ▶ Machbarkeitsstudie
Infraschall, UBA-Texte 40/2014
- ▶ Aktuelles Forschungsvorhaben
Lärmwirkungen von Infraschallimmissionen
- ▶ Stand der Überarbeitung von DIN 45680
Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräuschimmissionen

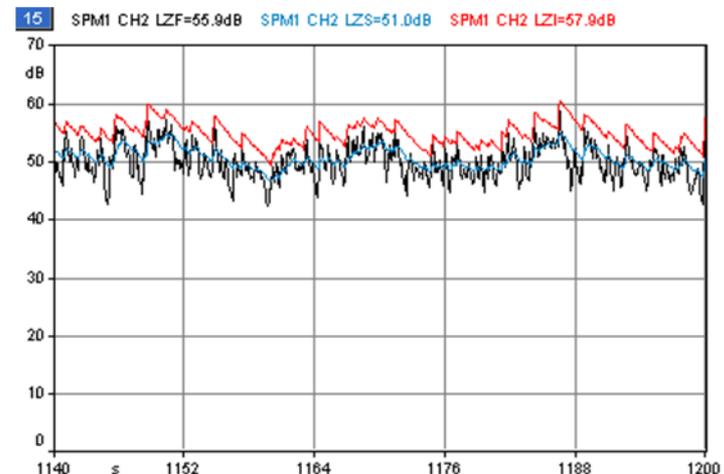
Grundlagen Schall

- ▶ Schall (physikalisch) = **mechanische Schwingungen und Wellen in einem elastischen Medium** (fest, flüssig, gasförmig)
- ▶ Wichtige Kenngrößen zur Beschreibung von Luftschallschwingungen sind der Schalldruck p [Pa] und der Schalldruckpegel [dB]

Schalldruck p

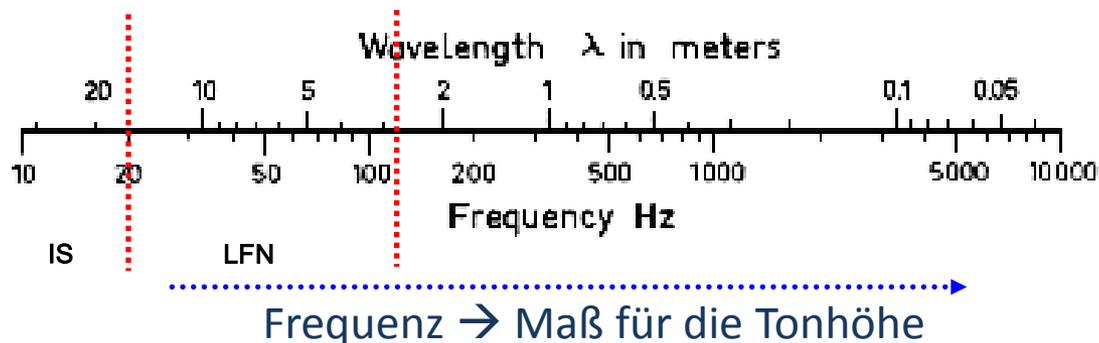


Schalldruckpegel L_p

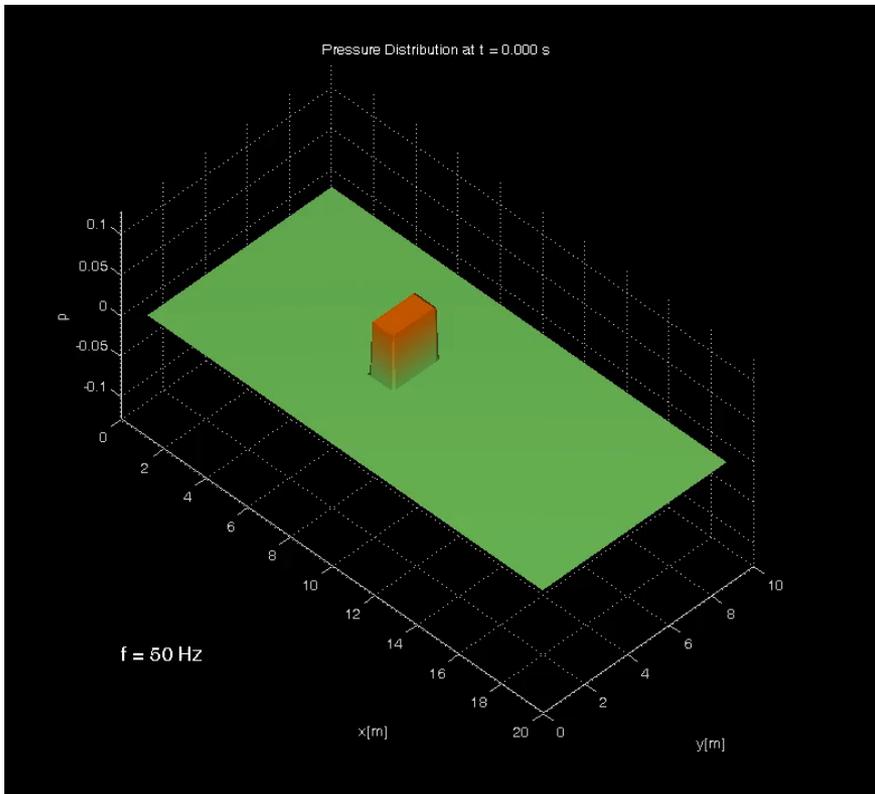


- ▶ $L_p = 20 \cdot \lg(p/p_0)$ mit $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$

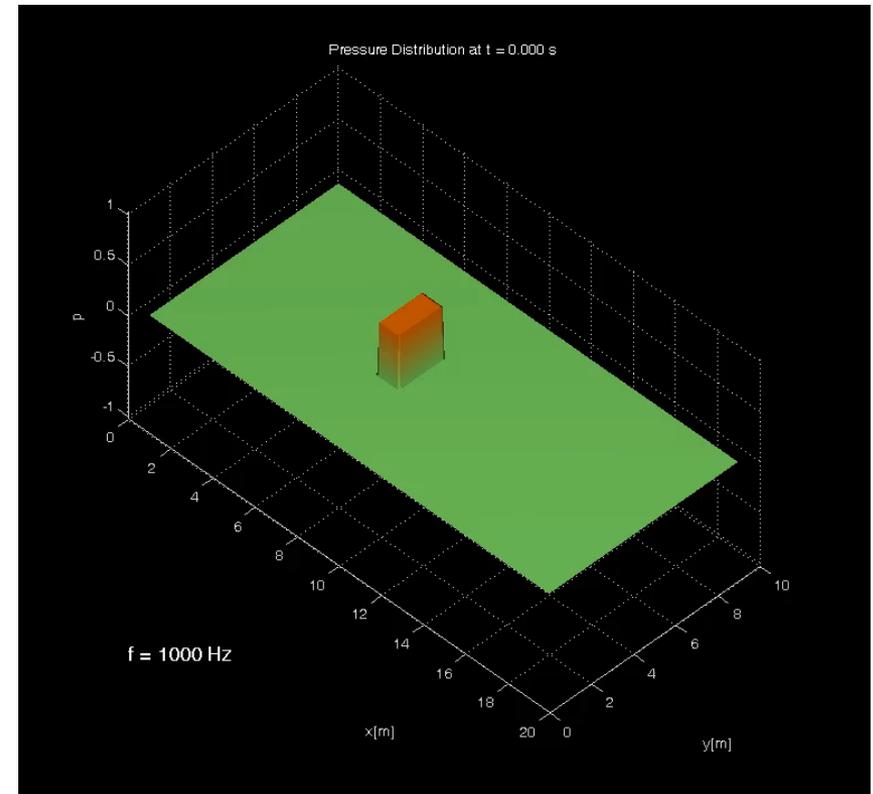
- ▶ **Infraschall und tieffrequente Geräusche** = mechanische Schwingungen und Wellen in einem elastischen Medium, z. B. in der Luft, in Festkörpern (Baugrund, Bauteile) oder Flüssigkeiten
- ▶ Wahrnehmung und Wirkung tieffrequenter Geräusche \neq Wahrnehmung und Wirkung mittel- oder hochfrequenter Geräusche
- ▶ **Wellenlänge** größer als ca. 17 m



- ▶ Beugung einer Schallwelle an einem Hindernis (Wand, Bauwerk usw.)



50 Hz

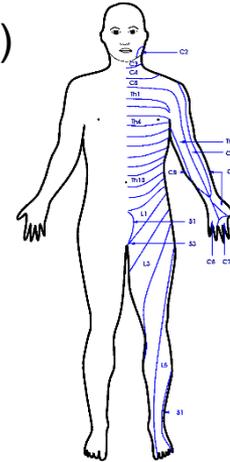
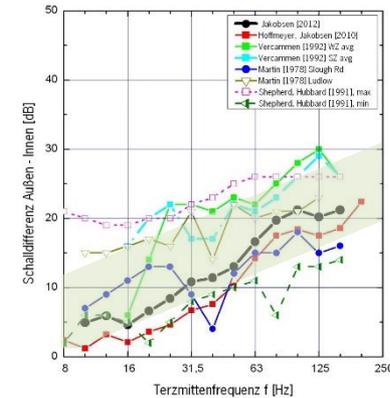
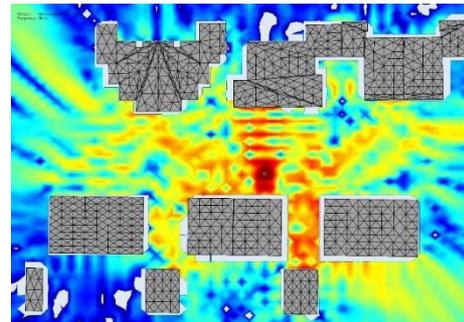
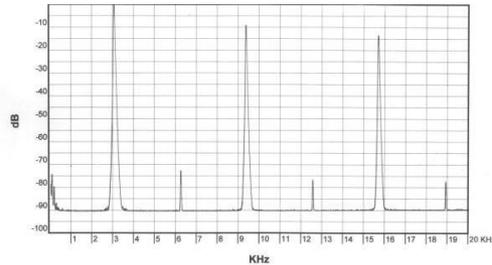


1.000 Hz

Effekte ausgeprägt tieffrequenter Schall

- ▶ **Wahrnehmung** (Druckgefühl, Anstieg der Lautheit, Tonhöhenempfindung sinkt)

- ▶ **Oberwellen** im gesamten Hörbereich



- ▶ **Schallausbreitung** begünstigt

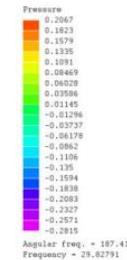
- ▶ **Schalldämmung**

von Bauteilen ist bei tieffrequenten Schallen reduziert

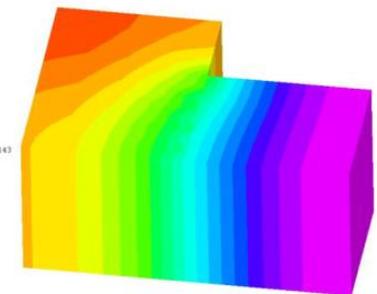
- ▶ **Resonanzeffekte**

(Reflexion, Beugung, Absorption, stehende Wellen, Druckkammereffekt)

- ▶ **Sekundäreffekte** (Klappern von Bauteilen, Sekundärluftschall usw.)



$f_1 = 29,8 \text{ Hz}$



Machbarkeitsstudie Infraschall, UBA-Texte 40/2014

- **Bearbeitung** im Zeitraum Juni 2011 bis März 2014 im Auftrag des Umweltbundesamtes



- **Methodik:**

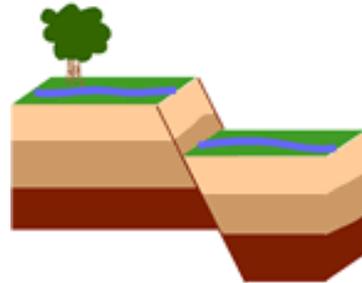
1. Aufbereitung des Standes des Wissens
2. Identifizierung von Quellen
3. Analyse der Betroffenheit
4. Entwicklung eines Studiendesigns
5. Regelwerk zum Immissionsschutz

- **veröffentlicht** unter www.umweltbundesamt.de



Infraschallquellen

- Infraschall kommt vielfältig in unserer Umgebung vor
- Schwere bewegte Luft-/Wassermassen, Turbulenzen, Resonanzen
- **Natürliche Infraschallquellen**



- **Technische Infraschallquellen** (vgl. Machbarkeitstudie UBA)

Gr.I. Raumluftechnische Anlagen, Bsp. Klima- und Lüftungsanlagen

Gr.II. Baumaschinen, Bsp. Dieselrammen, Rüttelwalzen

Gr.III. Anlagen von Energieerzeugung und -transport, Bsp. Windenergieanlagen, Biogasanlagen, Umspannwerke, Koronageräusche von Überlandleitungen

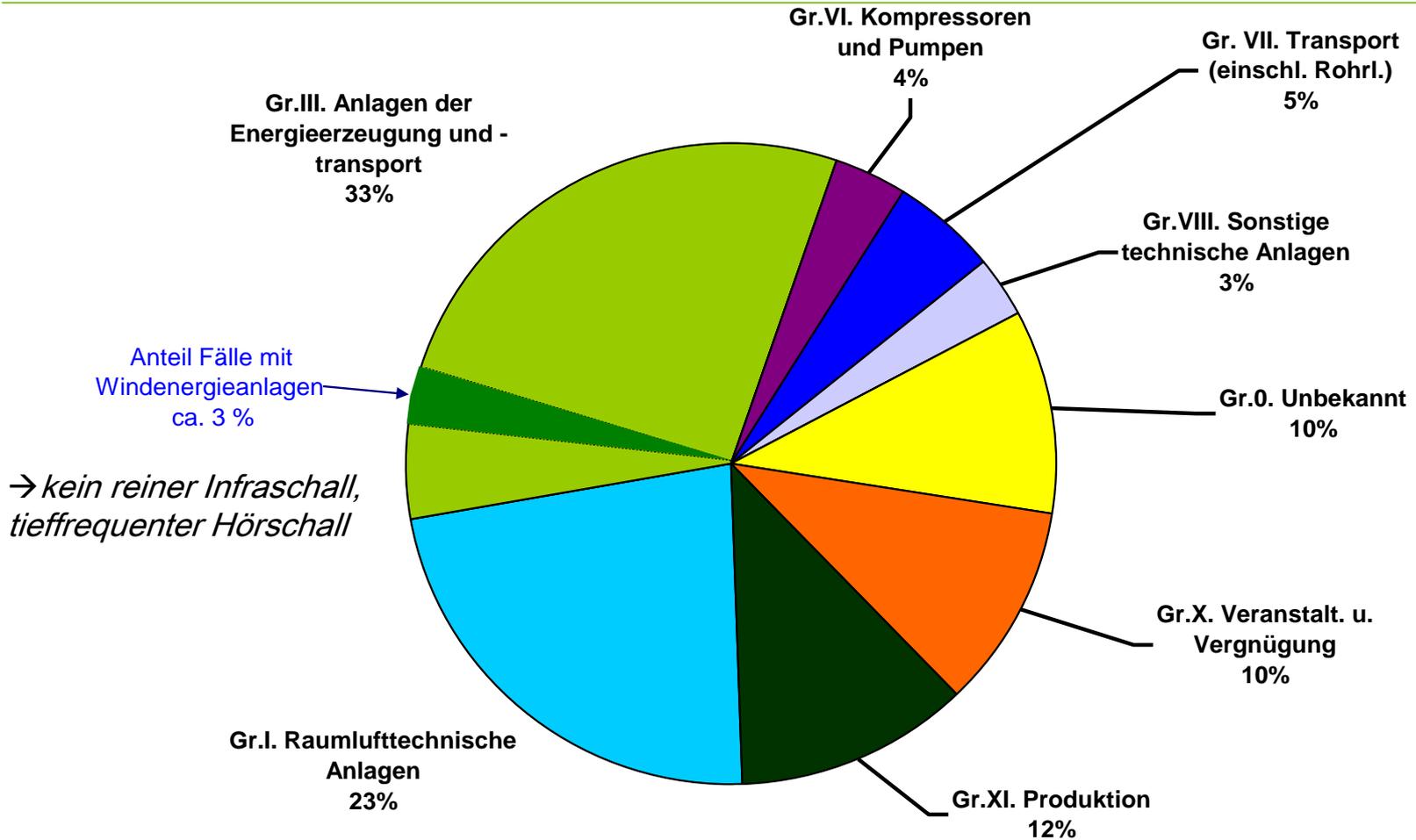
WEA

Gr.IV. Verkehrstechnische Einrichtungen, Bsp. Schiffe, Lkw, Bahn



Insgesamt 12 verschiedene Gruppen (Gr.)

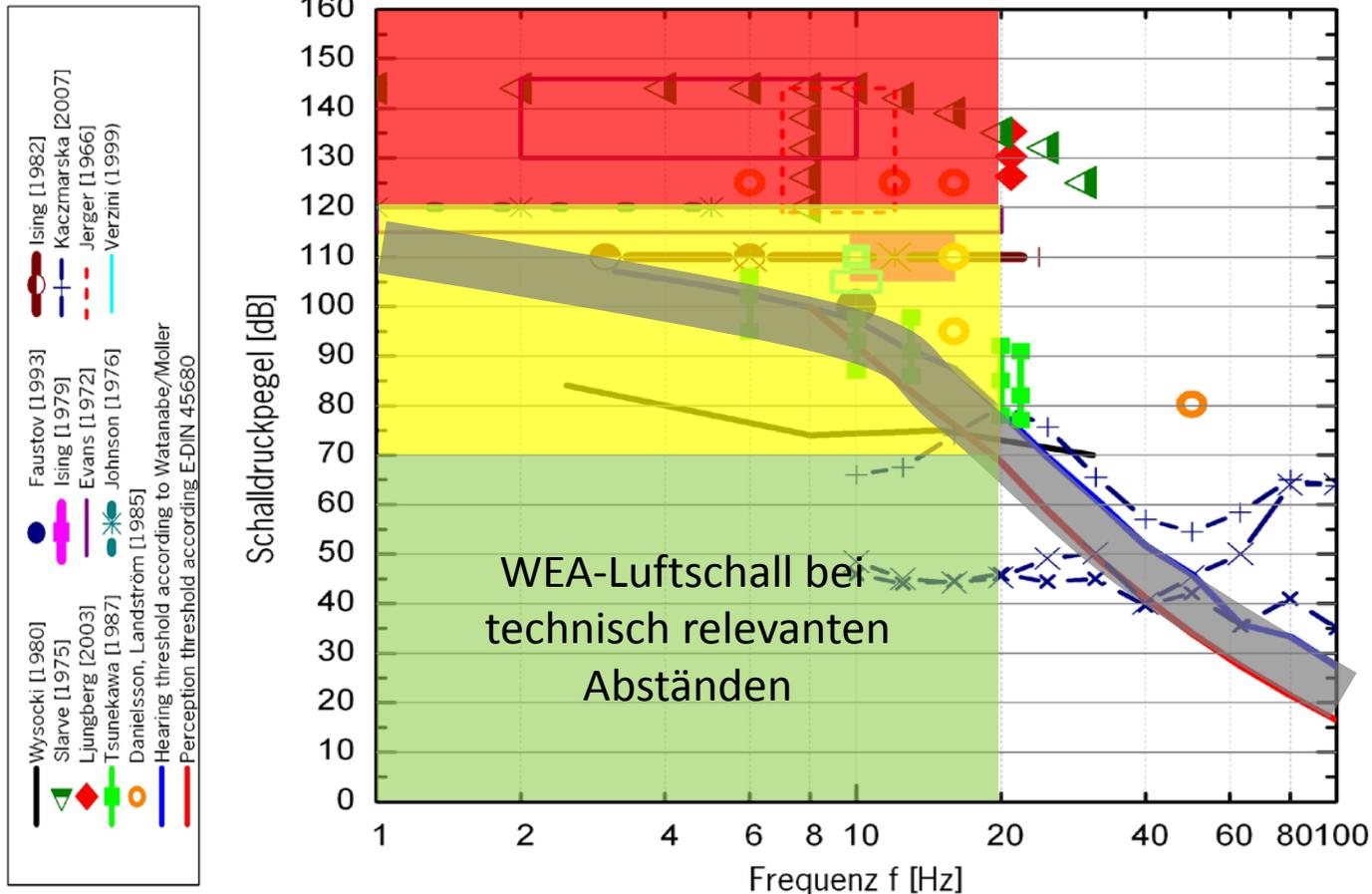
Beschwerdesituation aus UBA-Machbarkeitsstudie



- ▶ **Schaffung von Grundlagen** für weitergehende Untersuchungen
- ▶ **Datenbank** mit ca. 1.200 Veröffentlichungen
veröffentlicht unter www.infraschallstudie.de
- ▶ **keine regionalen Schwerpunkte** aus der Betroffenheitsanalyse
- ▶ **häufigste Lärmquelle** für Beschwerden: Wärmepumpen mit
Gesamtanteil von 9,3 %
- ▶ etwa jede zehnte Beschwerde: **Ursache unbekannt**
- ▶ mögliches **Studiendesign** für eine Feldstudie

Machbarkeitsstudie wesentliche Erkenntnisse - negative Wirkungen

Kein einheitliches Bild über Wirkungen von Infraschall



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

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

keinerlei
Hinweise auf
negative
Auswirkungen

Hör-/
Wahrnehmungsschwelle

- ▶ Geht von Infraschall im Bereich der Wahrnehmungsschwelle (ca. 70 bis 120 dB) eine Belästigung oder eine Gesundheitsgefährdung aus?
- ▶ Welche spezifischen Auswirkungen können Infraschall, tieffrequentem Hörschall und (normalem) Hörschall zugeordnet werden?
- ▶ Treten bei tieffrequentem Schall besondere Eigenschaften der Belästigung auf (Modulation, singuläre Frequenzen, Sensibilisierung, kombinatorische Wirkungen z. B. mit Vibrationen/ visueller Reizung usw.)?

Aktuelles Forschungsvorhaben Lärmwirkungen von Infraschallimmissionen

- ▶ **Forschungsvorhaben** mit einer Laufzeit bis ca. Juli 2018 im Auftrag des Umweltbundesamtes



- ▶ **Lärmwirkungsstudie** mit Probanden, Befragungen und physiologischen Tests **unter Laborbedingungen**
- ▶ **Pretests** ca. Oktober 2016 geplant
- ▶ **Hauptstudie** findet im Jahr 2017 statt

- ▶ **Schutz vor tieffrequentem Schall technischer Anlagen** regelt das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)
- ▶ Normkonkretisierung „**schädlicher Umwelteinwirkungen**“ durch 6.AVwV zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) mit Verweis auf DIN 45680 (i.d.F. März 1997)
- ▶ Die **Anhaltswerte des Beiblatts 1 der DIN 45680** (i.d.F. März 1997), sind in der wissenschaftlichen Diskussion. Derzeit nehmen sie weiterhin an der normkonkretisierenden Wirkung der TA Lärm teil und sind für die Bewertung tieffrequenter Geräusche heranzuziehen (**heutige Rechtslage**).

- ▶ (noch) kein neuer wissenschaftlich gesicherter Erkenntnisstand
- ▶ fachliche Diskussion um die Novellierung dieser DIN-Norm geht weiter und ist als offen einzustufen
- ▶ **Aktueller Stand der Überarbeitung der DIN 45680:**
Energieäquivalenter Ansatz (L_{eq}) mit Lästigkeitszuschlägen (K_i) und Erweiterung des Frequenzbereichs bis 1 Hz (1 – 100 Hz)

Fazit

- ▶ Im Rahmen der **UBA-Machbarkeitsstudie** haben wir keine Untersuchungen gefunden, die gesundheitliche Belastungen durch Infraschall deutlich unterhalb der Wahrnehmungsschwelle belegen.
- ▶ **Ein Zusammenhang von Infraschall durch WEA und gesundheitlichen Belastungen ist derzeit nicht herstellbar.**
- ▶ Die aktuelle UBA-Studie soll weitere Erkenntnisse über **Wirkungen von Infraschallimmissionen** liefern, erste Ergebnisse frühestens Ende 2017.
- ▶ Nach derzeitiger Rechtslage ist die DIN 45680 in der Fassung von 1997 bindend. **Keine gesicherten Erkenntnisse über deren Novellierung.**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!