

# SCHALLIMMISSIONEN VON WINDENERGIEANLAGEN

**MÖHLER+PARTNER**  
 **INGENIEURE AG**

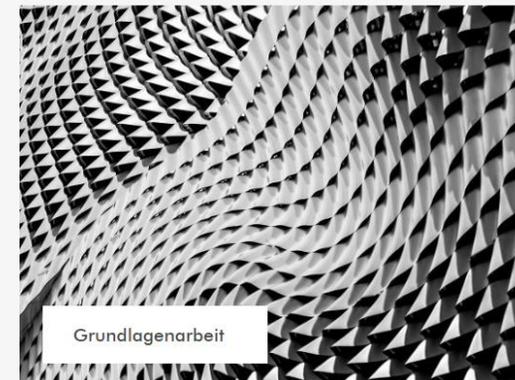
---

# ÜBERSICHT

- ▶ Wer wir sind
- ▶ Einführung in das Thema Schall
- ▶ Rechtliche Grundlagen und TA Lärm
- ▶ Infraschall und tieffrequenter Schall
- ▶ Wirkungen von Infraschallimmissionen – UBA Studie
- ▶ Windenergie in Aitrach

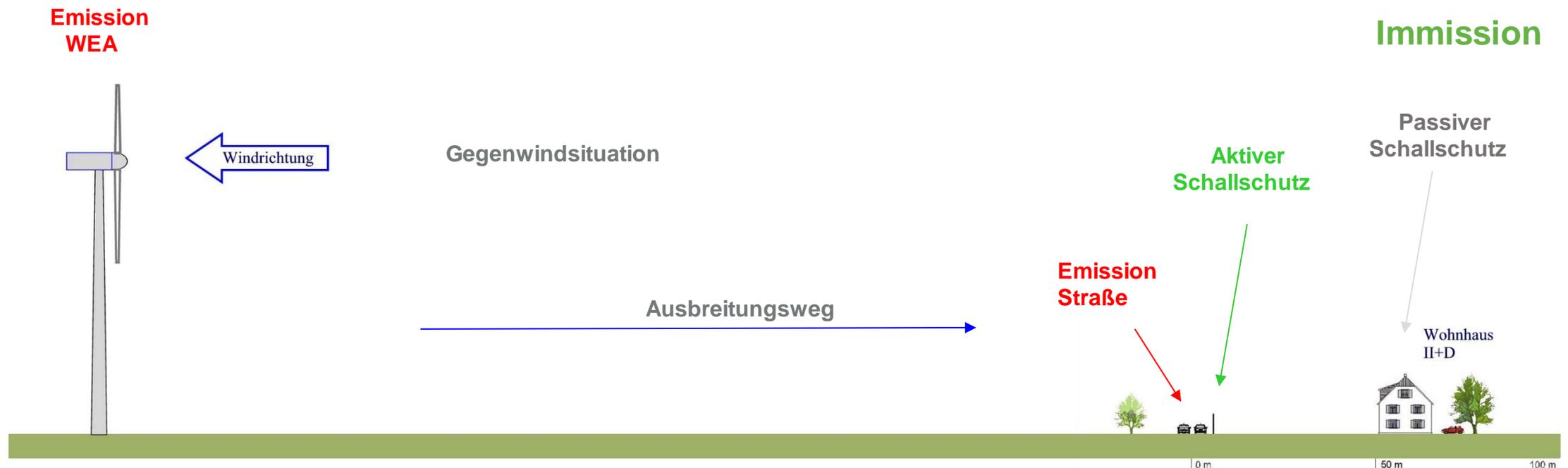
# MÖHLER+PARTNER INGENIEURE AG

- ▶ wachsendes, mittelständisches Unternehmen seit 1997
- ▶ Planung, Beratung sowie Sachverständigengutachten für die Bereiche Infrastruktur, Bauphysik, Bauakustik, Immissionsschutz, Erschütterungsschutz und Psychoakustik
- ▶ zu unserer Arbeit gehören auch praktische Messungen und komplexe Computersimulationen
- ▶ Ziel unserer immissionsschutzfachlichen Begutachtungen sind der Schutz der Bevölkerung sowie auch die Rechtssicherheit



# GRUNDLAGEN ZUM SCHALL BEGRIFFE

- ▶ Lärm = **Störung durch akustische Reize**, älteste Überlieferungen 1600 v.Chr. (babylonischer Schöpfungsmythos) → *kurz*: Lärm ist störender Schall
- ▶ Emission, Transmission, Immission

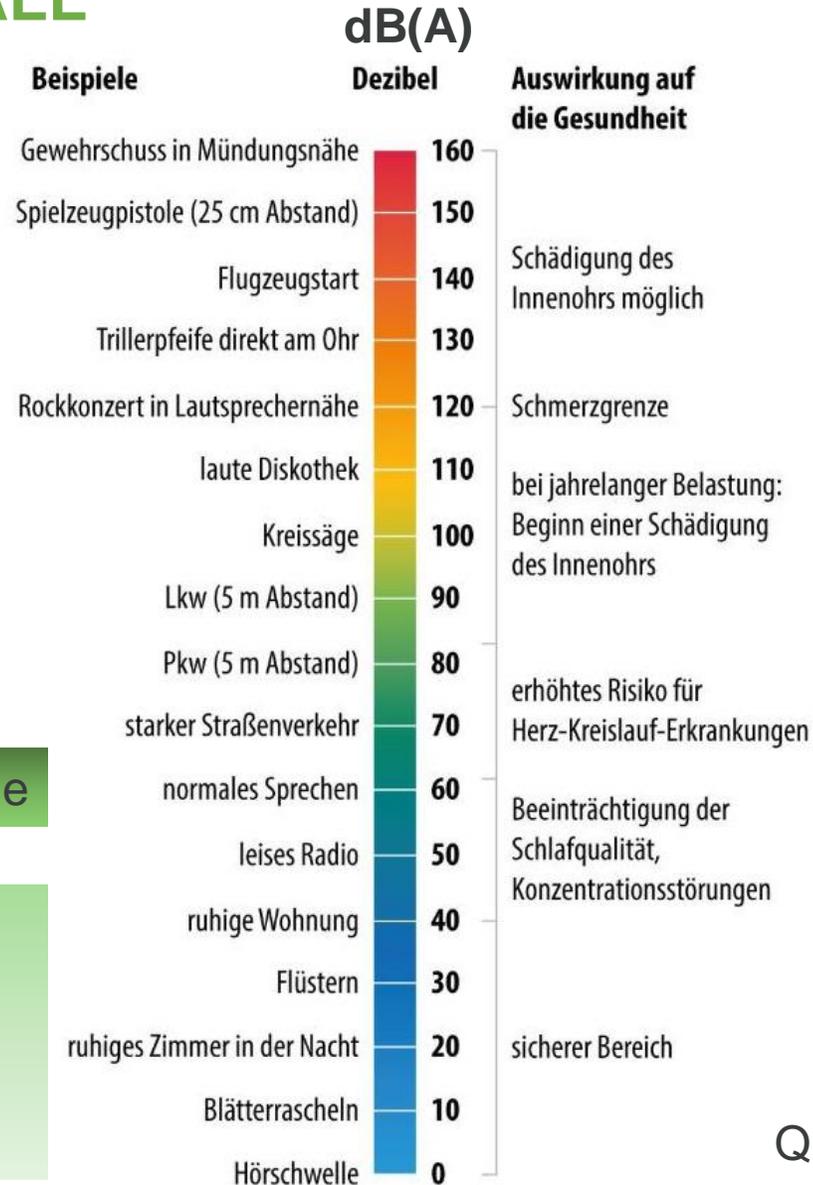


# GRUNDLAGEN ZUM SCHALL SCHALLDRUCKPEGEL



an einer Windenergieanlage

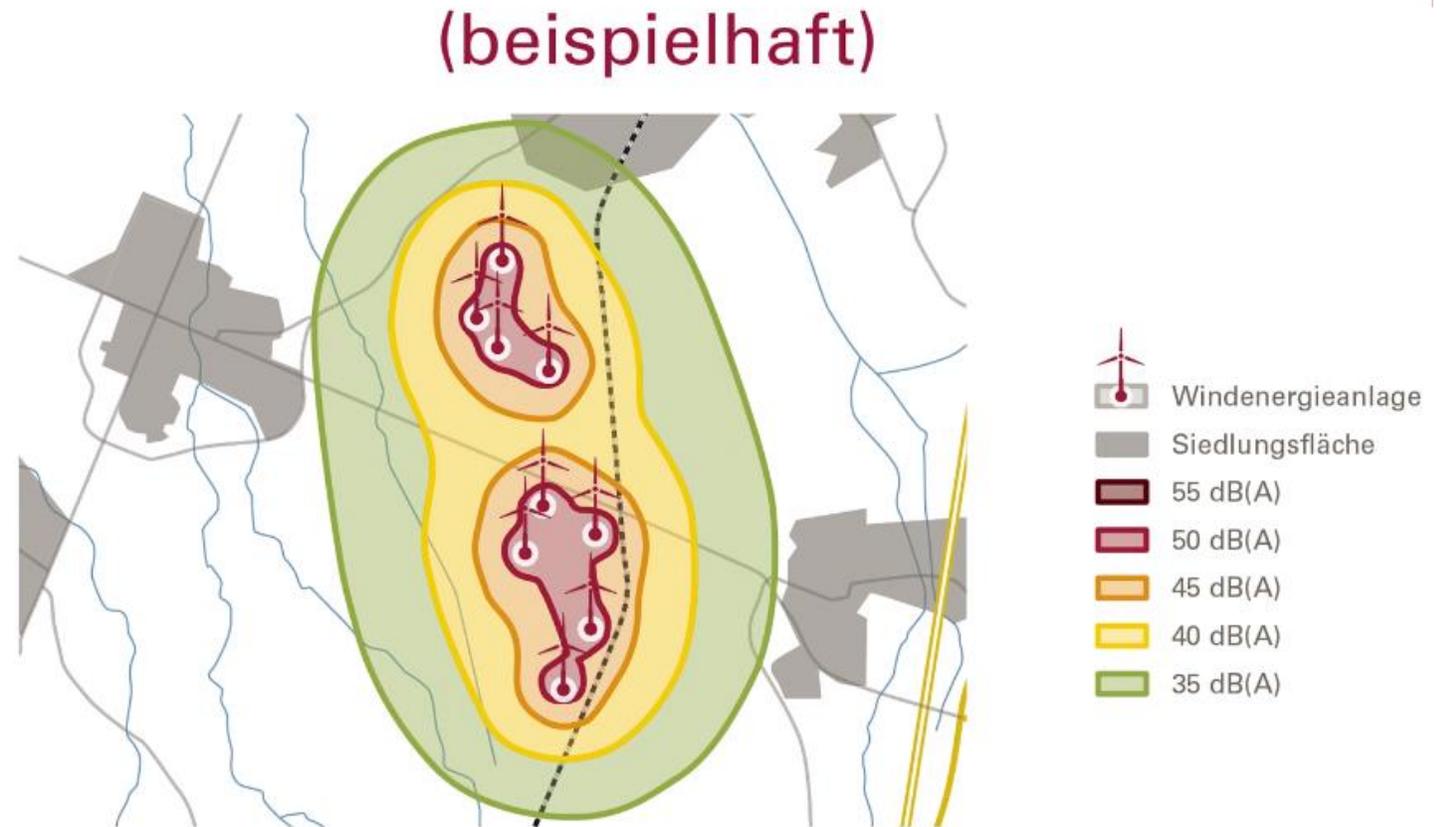
bei den Anwohnern  
von Windenergieanlagen



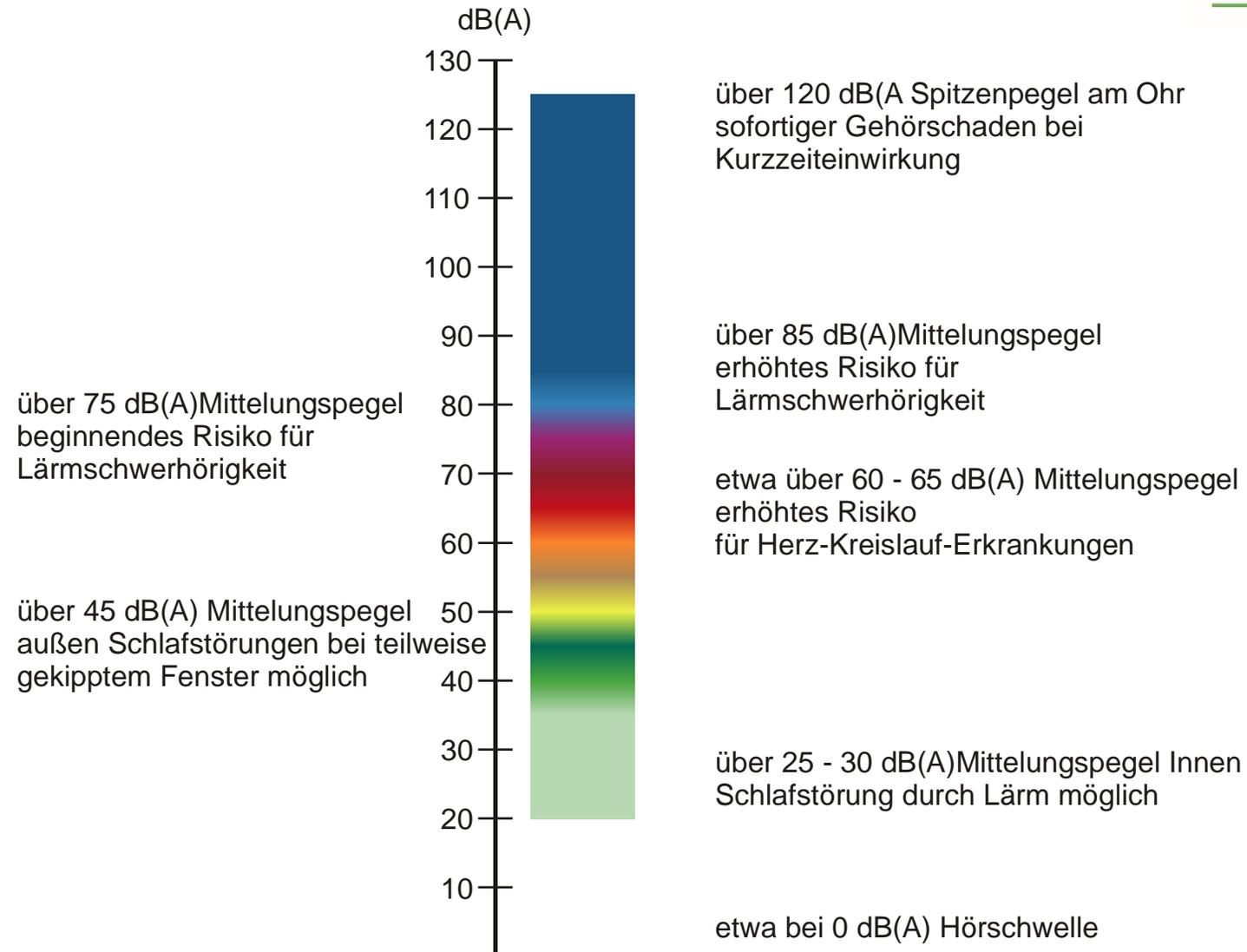
Quelle: BZgA

# GRUNDLAGEN ZUM SCHALL ISOLINIEN - SCHALLPROGNOSE

- ▶ Isophone bezeichnen Kurven mit gleichem Lautstärkepegel
- ▶ Gebiete mit prognostizierten Beurteilungspegeln werden als Isolinien dargestellt



# WIRKUNGEN VON SCHALL



# RECHTLICHE GRUNDLAGEN

- ▶ In Deutschland gilt das Bundes-Immissionsschutzgesetz zum Schutz von Umwelt und Menschen vor Immissionen
- ▶ Für Windenergieanlagen gelten die Vorschriften der „Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm“ (kurz: TA Lärm)
- ▶ In der TA Lärm sind Richtwerte zum Schutz und zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche festgelegt
- ▶ Die Richtwerte schützen nicht vor Geräuschwahrnehmungen oder Belästigungsempfindungen, sondern vor „erheblichen“ Belästigungen und gesundheitlichen Beeinträchtigungen

# DEFINITION: SCHÄDLICHE UMWELTEINWIRKUNGEN DURCH GERÄUSCHE

*Auszug aus der TA Lärm, Ziff. 2.1*

## **Schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche**

Schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne dieser Technischen Anleitung sind Geräuschimmissionen, die nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen.

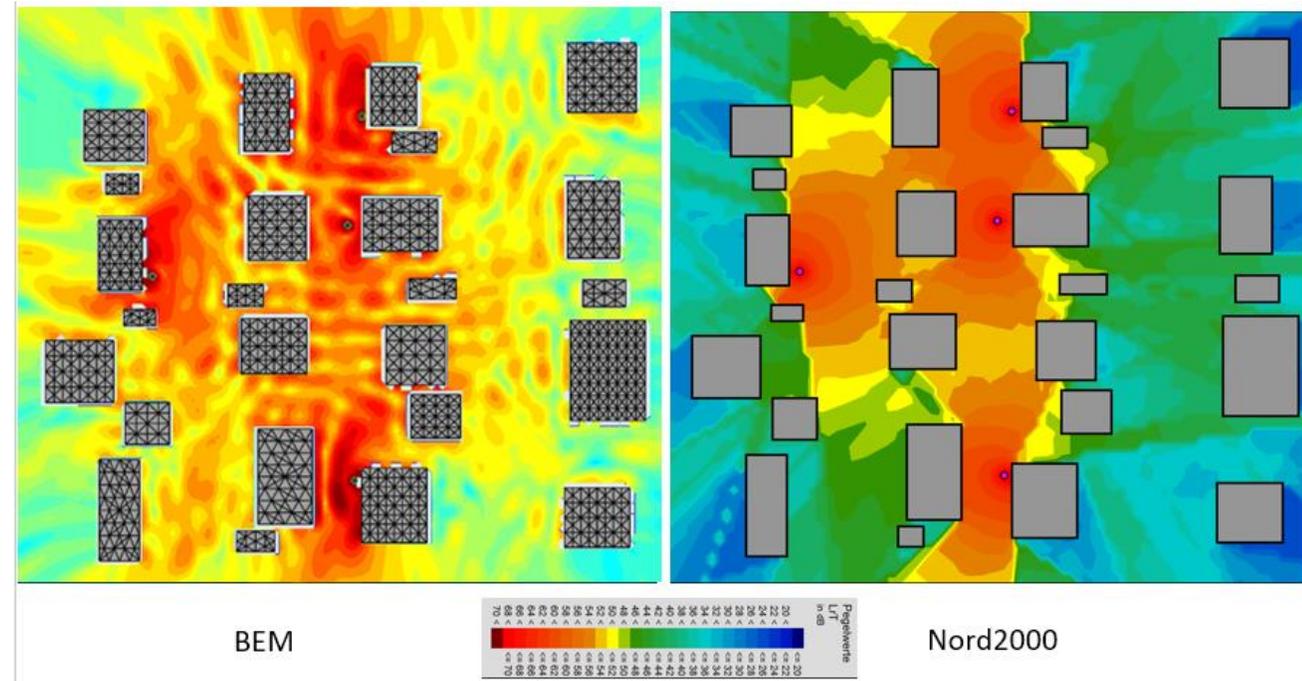
# TA LÄRM: IMMISSIONSRICHTWERTE

## Immisionsrichtwerte

<b>Ausweisung</b>	<b>6.00 Uhr bis 22.00 Uhr</b>	<b>22.00 bis 6.00 Uhr</b>
Industriegebiet	70 dB(A)	70 dB(A)
Gewerbegebiet	65 dB(A)	50 dB(A)
Urbanes Gebiet	63 dB(A)	45 dB(A)
Kern-, Dorf- und Mischgebiet	60 dB(A)	45 dB(A)
Allgemeines Wohngebiet	55 dB(A)	40 dB(A)
Reines Wohngebiet	50 dB(A)	35 dB(A)
Kurgebiet, Krankenhaus	45 dB(A)	35 dB(A)

## WAS BRUMMT DENN DA?

- ▶ Sonderbeurteilung für ausgeprägt tieffrequente Geräusche und Infraschall
- ▶ TA Lärm verweist auf DIN 45680
- ▶ DIN 45680 i.d.F. 1997  
Messbereich 8 Hz bis 100 Hz  
Infraschall unter ca. 7 Hz wird nicht erfasst
- ▶ Entwurf der DIN 45680 i.d.F. Juni 2020  
Infraschall ab 1 Hz wird erfasst



# WIRKUNGEN VON INFRASCHALLIMMISSIONEN – UBA-STUDIEN



# WIRKUNGEN VON INFRASCHALLIMMISSIONEN – UBA-STUDIE

- ▶ Laborstudie zu Infraschall



- ▶ Forschungsvorhaben unabhängig von tatsächlich existierenden Infraschallquellen
- ▶ Kontrollierte Beschallung von Probanden in ruhiger Wohnsituationen
- ▶ 2 Probandengruppen
- ▶ Physiologische Messungen von Akutreaktionen
- ▶ Psychologische Befragungen
- ▶ Ergebnisse auf Infraschall von Windenergieanlagen übertragbar

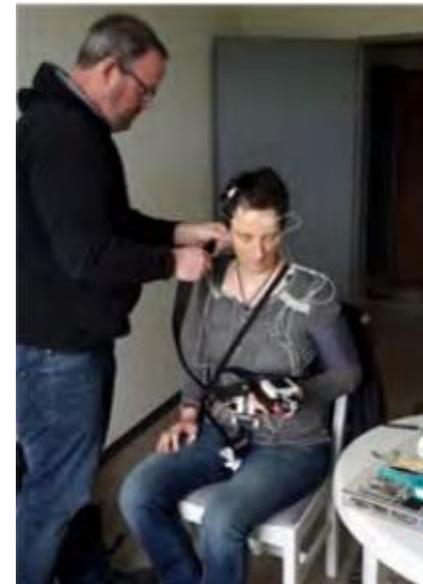
# WIRKUNGEN VON INFRASCHALLIMMISSIONEN – UBA-STUDIE

„Wirkungen verschiedener Schallarten“ VP-Kennung: 110-\_\_\_

**B** Belästigung, Wohlbefinden und Geräuschbewertung Szenario:

**7.** Belästigung

	überhaupt nicht	etwas	mittel-mäßig	stark	äußerst
7.1. Ich fühle mich durch das Geräusch... <b>gestört oder belästigt.</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.2. Bitte geben Sie auf der folgenden Messlatte an, wie sehr Sie das Geräusch <b>stört oder belästigt</b> . Wenn Sie sich <b>äußerst</b> gestört oder belästigt fühlen, wählen Sie bitte die Zehn, wenn Sie sich überhaupt nicht gestört oder belästigt fühlen, geben Sie die Null an, und wenn Sie irgendwo dazwischen liegen, wählen Sie bitte eine Zahl zwischen Null und Zehn.	<input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> <input type="text" value="10"/>				
	überhaupt nicht				äußerst
7.3. Stellen Sie sich bitte vor, Sie würden dieses Geräusch <b>zuhause</b> hören. Wir möchten gern wissen, wie sehr Sie sich durch das Geräusch <b>tagsüber, abends und nachts gestört oder belästigt</b> fühlen würden. Bitte geben Sie auf der folgenden Messlatte an, wie sehr Sie sich durch das Geräusch <b>tagsüber (06 – 18 Uhr) gestört oder belästigt</b> fühlen würden.	<input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> <input type="text" value="10"/>				
	überhaupt nicht				äußerst
7.4. Und wie sehr würden Sie sich durch das Geräusch <b>abends (18 – 22 Uhr) gestört oder belästigt</b> fühlen?	<input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> <input type="text" value="10"/>				
	überhaupt nicht				äußerst
7.5. Und nachts? Wie sehr würden Sie sich durch das Geräusch <b>nachts (22 – 06 Uhr) gestört oder belästigt</b> fühlen?	<input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> <input type="text" value="10"/>				
	überhaupt nicht				äußerst

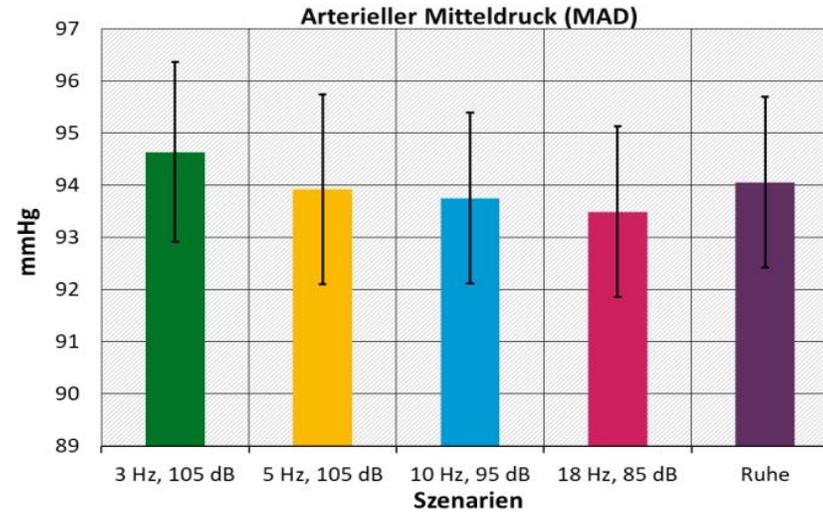
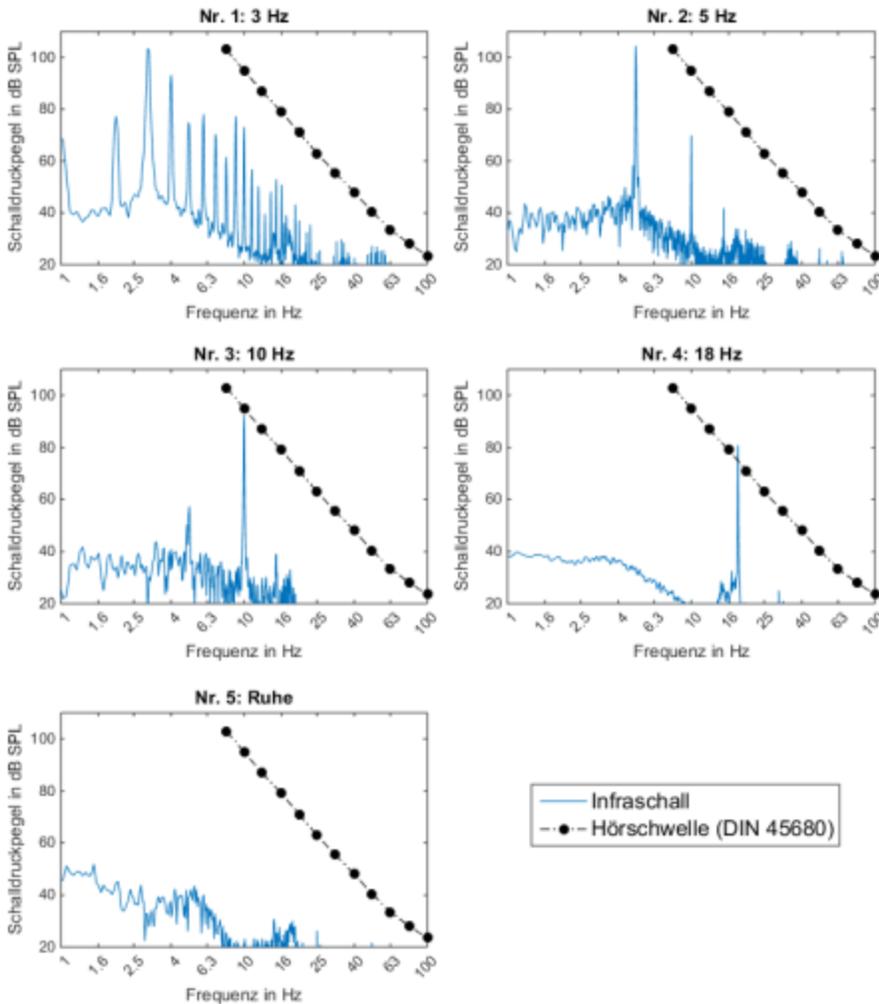


Psychologische Befragungen

Physiologische Messungen im Wachlabor

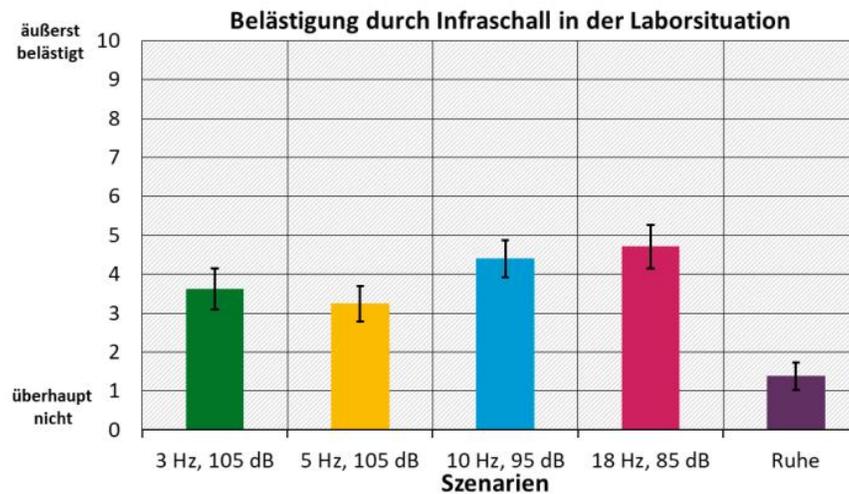
Lärmwirkungsforschung Akutreaktionen

# WIRKUNGEN VON INFRASCHALLIMMISSIONEN – UBA-STUDIE



Keine Akutreaktionen

Kein signifikanter Unterschied der Gruppen



Belästigung bei Wahrnehmung

# WIRKUNGEN VON INFRASCHALLIMMISSIONEN – UBA-STUDIE

- ▶ Wir haben keine physiologischen Akutreaktionen festgestellt
- ▶ Wahrnehmbarer Infraschall kann jedoch belästigend wirken
- ▶ Je wahrnehmbarer die Geräuschszenarien, desto eher wurden sie von den Probanden als belästigend und unangenehm bewertet
- ▶ kein signifikanter Unterschied zwischen den als vorbelastet und den als nicht vorbelastet eingestuften Probanden

# GESUNDHEITLICHE AUSWIRKUNGEN VON WINDENERGIEANLAGEN – AKTUELLE STUDIEN

- ▶ Weitere aktuelle Studien verfestigen das Gesamtbild
- ▶ finnische Studie Majjala et al. [2020] ergänzt mit Langzeitmessungen an Windenergieanlagen methodisch unsere Lärmwirkungsstudie im Auftrag des UBA [2020] und kommt zu sehr ähnlichen Ergebnissen
- ▶ Bayceer [2020] bestätigt die weltweiten Messergebnisse von Infraschall an Windenergieanlagen und zeigt damit, dass die Hochrechnungen von Cerranna[2005] für den Immissionsschutz ungeeignet sind
- ▶ ganzheitliche gesundheitliche Auswirkungen von Windenergieanlagen ergeben sich aus den fünf Veröffentlichungen von Poulsen et. al. [2018/ 2019], wobei nur ein Zusammenhang mit Schlafgesundheit nicht auszuschließen ist, sofern die Geräusche störend wahrnehmbar sind  
→ deckt sich auch mit dem höheren Stresslevel aus Majjala et al. [2020]

# GESUNDHEITLICHE AUSWIRKUNGEN VON WINDENERGIEANLAGEN – GESAMTBILD

- ▶ Infraschallpegel an Windenergieanlagen liegen deutlich unterhalb der menschlichen Wahrnehmungsschwelle
- ▶ Infraschall in der Stärke, wie sie Anwohner von WEA erleben, führt daher mit hoher Wahrscheinlichkeit weder zu Belästigung (da nicht wahrnehmbar) noch zu negativen gesundheitlichen Folgen
- ▶ Hörschallpegel auf dem Niveau der Immissionsrichtwerte der TA Lärm können in ruhiger Umgebung störend wahrgenommen werden
- ▶ dauerhafte Belästigungen durch wahrnehmbaren Schall kann die Schlafgesundheit beeinträchtigen und langfristig und auch zu Krankheiten führen

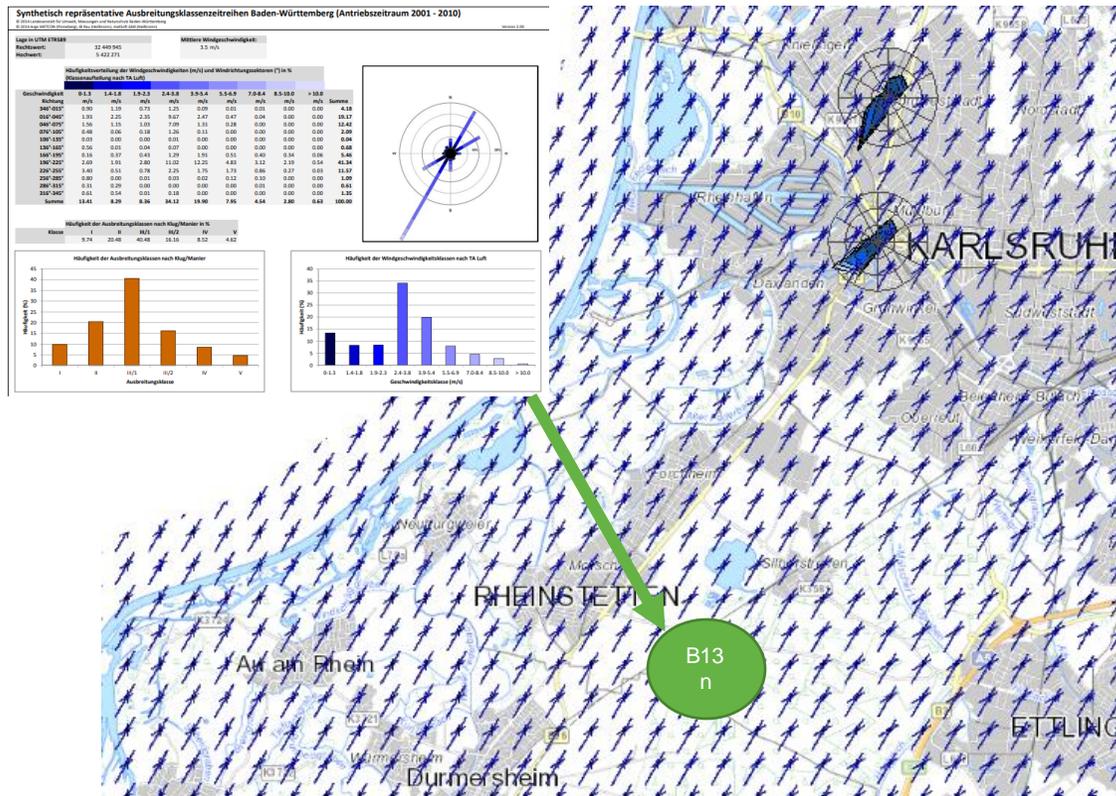
# WINDENERGIE IN RHEINSTETTEN

## PLANUNG SCHALLIMMISSIONSSCHUTZ

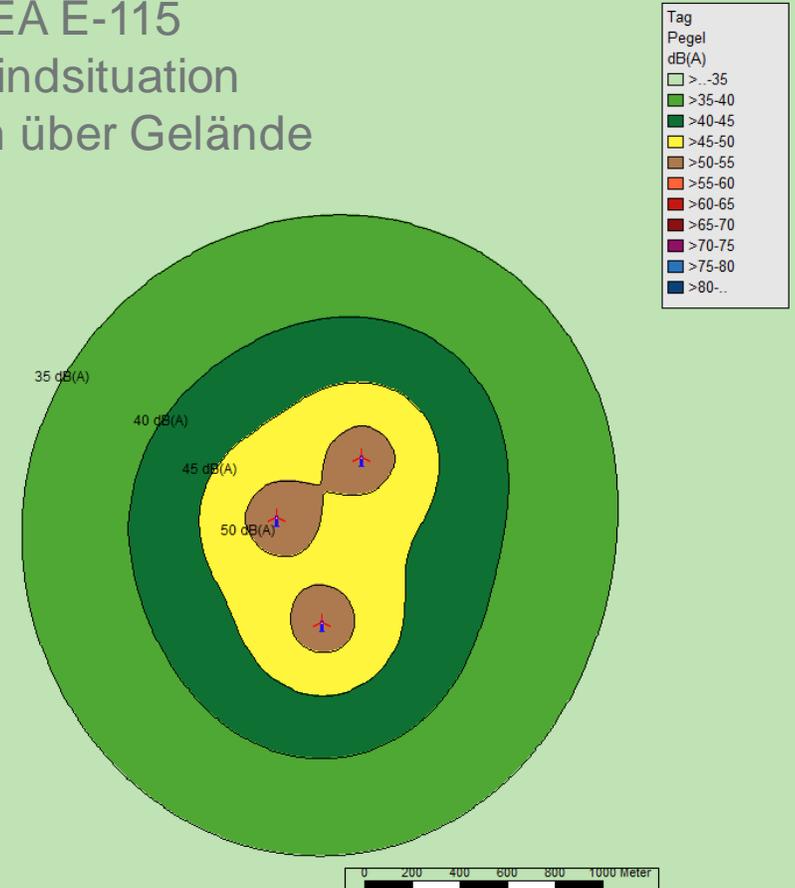
- ▶ Festlegung Standort(e)
- ▶ Festlegung Anforderungen, d.h. Immissionsorte, Vorbelastung und Schutzbedürftigkeit
- ▶ Auswahl Windenergieanlagen (Typ, Nabenhöhe, Rotordurchmesser, Betriebsprogramme usw.)
- ▶ Schallprognose
  - ▶ Flurgrundkarten
  - ▶ Geländemodell
  - ▶ Windrichtungshäufigkeitsverteilung
  - ▶ Emissionsdaten
  - ▶ Ausbreitungsberechnung

# WINDENERGIE IN RHEINSTETTEN SCHALLPROGNOSE (EXEMPLARISCH)

- ▶ Windhäufigkeiten z.B. LUBW für Langzeitmittlungspegel
- ▶ Isolinien = Kurven mit gleichem Beurteilungspegel

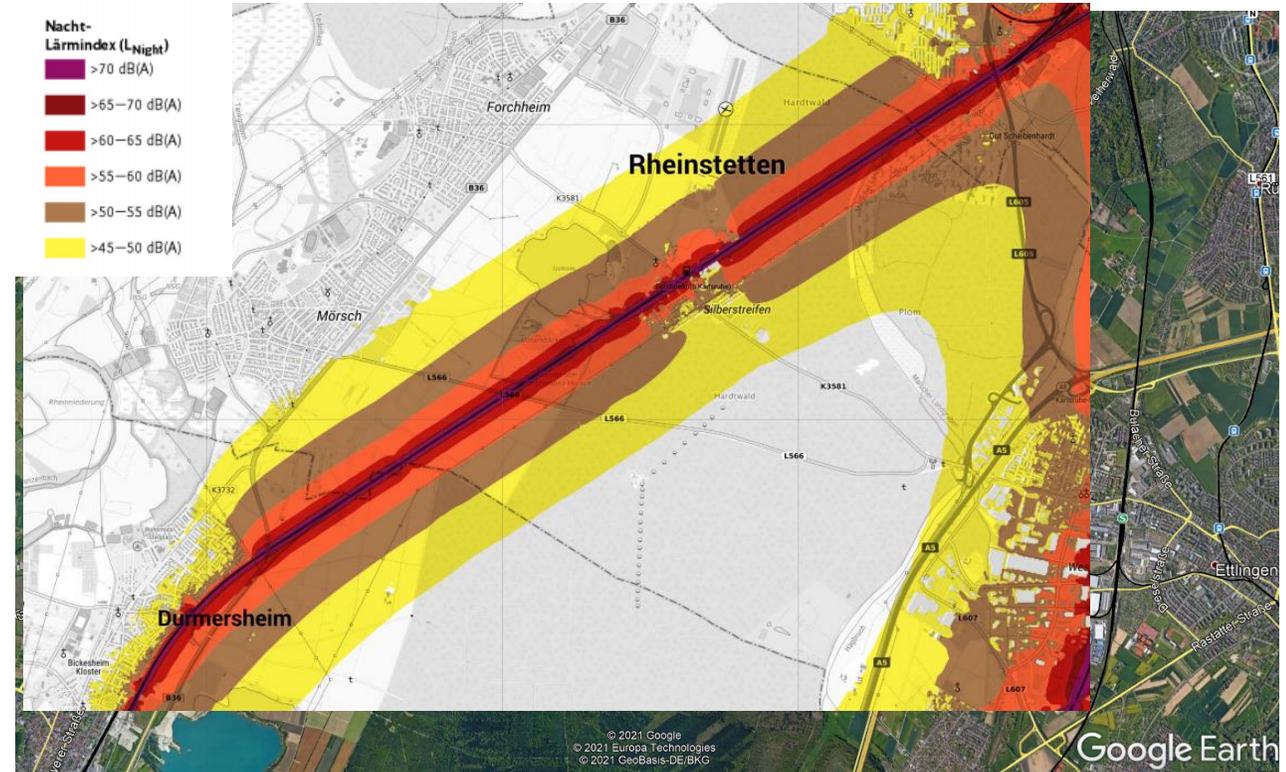


3 WEA E-115  
Mitwindsituation  
1,6m über Gelände



# WINDENERGIE IN RHEINSTETTEN VORBELASTUNG UND UMGEBUNGSLÄRM

- ▶ Maßgebend für Geräuschwahrnehmung
  1. Intensität (Lp, Lautstärke)
  2. Häufigkeit (Anlagentyp, Meteorologie, Ausrichtung)
  3. Überdeckung, Maskierung (Wind, sonstige Fremdgeräusche)  
→ lärmvorbeltete Situation, vgl. Lärmkartierungen



# WINDENERGIE IN RHEINSTETTEN

## EINSCHÄTZUNG ZUR SITUATION

- ▶ Standort mit großen Abständen zur Nachbarschaft (>> 1 km) und Umgebungslärmvorbelastungen (insb. Straßen-, Schienenverkehr)
- ▶ Südwestwind, d.h. Rheinstetten und Ettlingen im Querwind
- ▶ Schallschutzplanung liegt noch nicht vor, Planungsspielraum erscheint vorhanden
- ▶ Genaue Prüfung des Nachweises zum Schallimmissionsschutz  
Augenmerk insbesondere auf Immissionsorte, Schutzniveau und Vorbelastung (tatsächlich und planerisch)
- ▶ Störungsfreier Betrieb von WEA möglich

# DISKUSSION...