

# Die Wirkung von Infraschall

Ein Beitrag zur Objektivierung der Diskussion

---

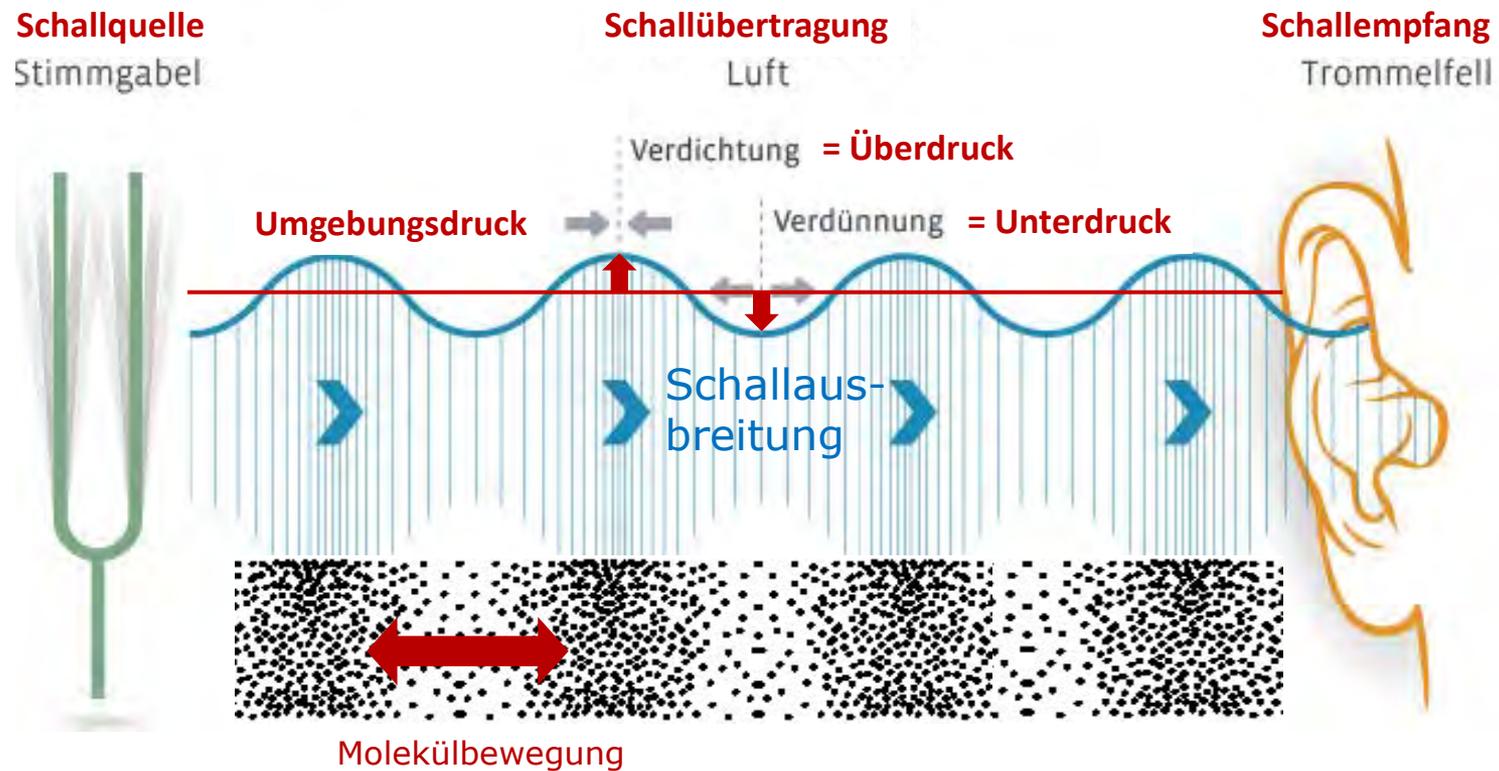
**Dr. Helmut Muthig**  
Diplom-Physiker



QUELLE: <http://www.jungagiert.de/inhalt/earsinn-2013-kreativwettbewerb-um-schall>

# Was ist Schall und Infraschall?

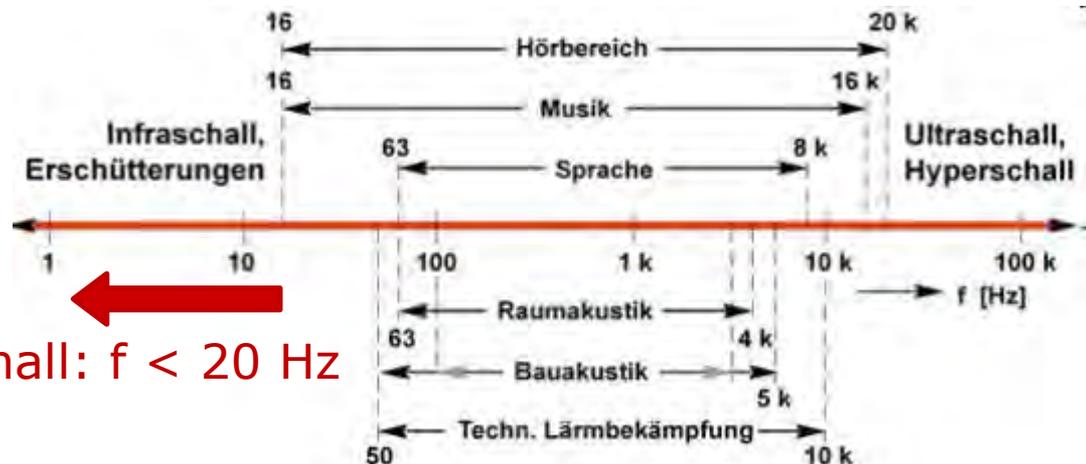
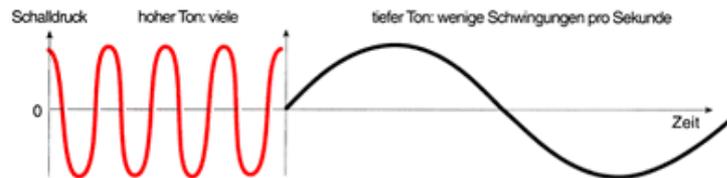
- ... periodische Schwankung des (lokalen) Luft**d**ruckes



Quelle: <http://www.fluglaerm-portal.de/fluglaerm-debatte/was-ist-laerm/>

# Charakteristische Größen einer Schallwelle

- **Frequenz  $f \triangleq$  "Tonhöhe"**
  - = Häufigkeit der Schwingung pro Zeiteinheit
  - Physikalische Einheit: **Hertz (Hz)**
  - 1 Hertz = 1 Schwingung pro Sekunde



Infraschall:  $f < 20$  Hz

# Charakteristische Größen einer Schallwelle

## □ Amplitude $A \triangleq$ "Stärke des Schallereignisses"

= effektiver Schalldruck  $p$  [Pa]

ausgedrückt in **Schalldruck-Pegel  $L_p$**

Physikalische Einheit:

**Dezibel (dB)**

$0 \text{ dB} \triangleq 20 \text{ } \mu\text{Pa}$



$$L_p = 10 \log_{10} \left( \frac{\tilde{p}^2}{p_0^2} \right) \text{ dB} = 20 \log_{10} \left( \frac{\tilde{p}}{p_0} \right) \text{ dB}$$

Schalldruck Pascal	SD-Pegel dB
0,00002	0
0,0001	14
0,001	34
0,01	54
0,1	74
0,2	80
$\cdot 2$ [ 1	+6dB [ 94
2	100
$\cdot 10$ [ 10	+20dB [ 114
100	134
200	140
1.000	154
10.000	174
101.300	194

# Wo tritt Infrasschall auf?

---

- **Infrasschall gibt es nicht erst seit es Windräder gibt!**

**Infrasschall tritt auf**  
in der **natürlichen** Umwelt:

- Wasserfälle, **Meereswellen**, **Brandung**
- **Wind**, Luftturbulenzen, Gewitter, Lawinen ...
- **Vulkanausbrüche**, Erdbeben



# Wo tritt Infrasschall auf?

---

- ❑ **Infrasschall gibt es nicht erst seit es Windräder gibt!**

## Infrasschall tritt auf

verursacht durch **technische** Quellen im HH/ i. d. Arbeitswelt:

- ❑ **Heizungs-** und Klimaanlage, Haushaltsgeräte, ...



- ❑ Bauten (Hochhäuser, Tunnel, ...)



- ❑ **Verkehrsmittel** (Kfz, Lokomotiven, Lfz, Schiffe)



- ❑ Windkraftanlagen



# Erkenntnis Nr. 1

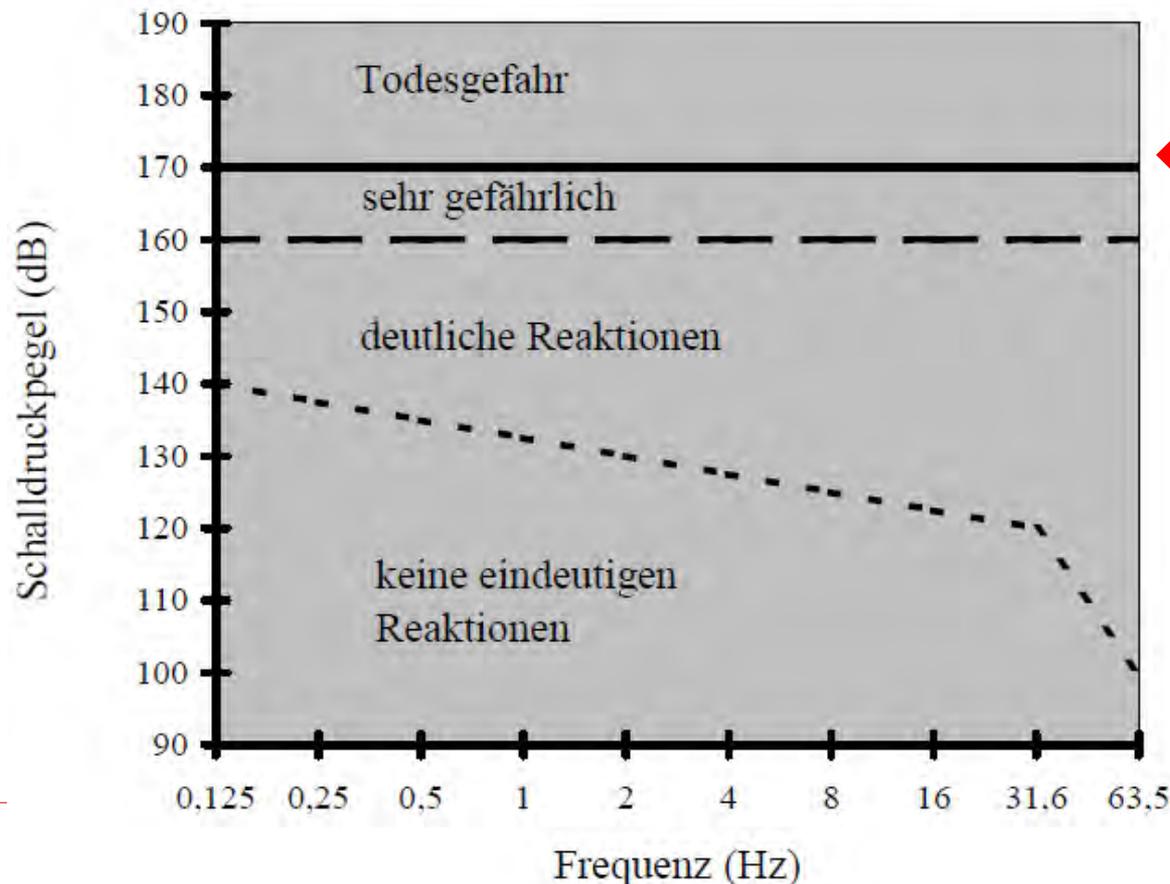
---

- **Infraschall** begleitet uns im Alltag immer und überall, und das seit "Anfang der Welt".  
d.h.: Es gibt einen Infraschall-Hintergrundpegel, dem wir schon immer ausgesetzt sind.
- **Infraschall** ist nichts Neues, Unbekanntes, Gefährliches, das erst mit dem Entstehen von Windkraftanlagen in die Welt gekommen ist.

# Ist Infraschall für den Menschen gefährlich?

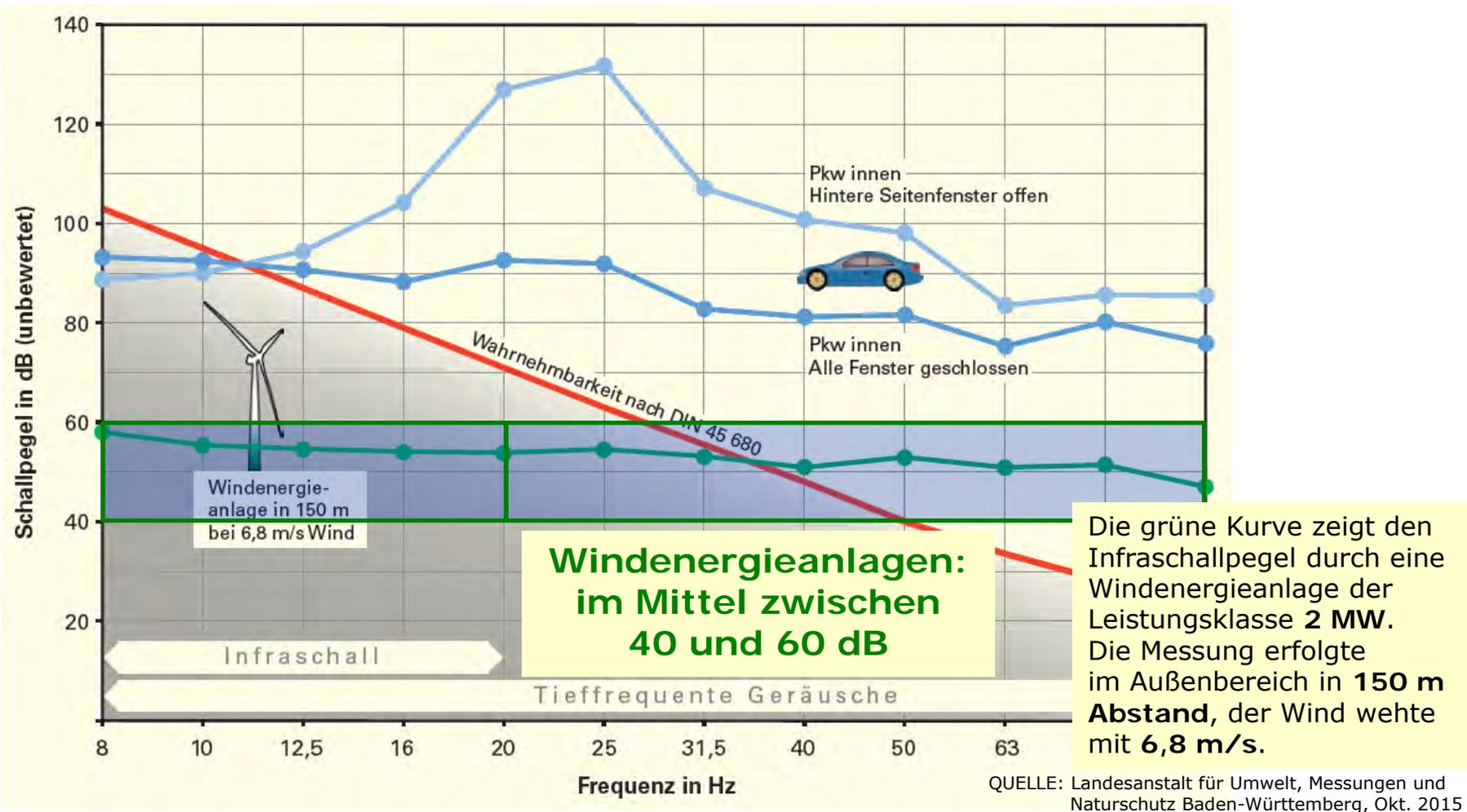
## □ Es kommt auf die "Dosis" an!

Gefahrenbereiche bei Infraschall-Exposition



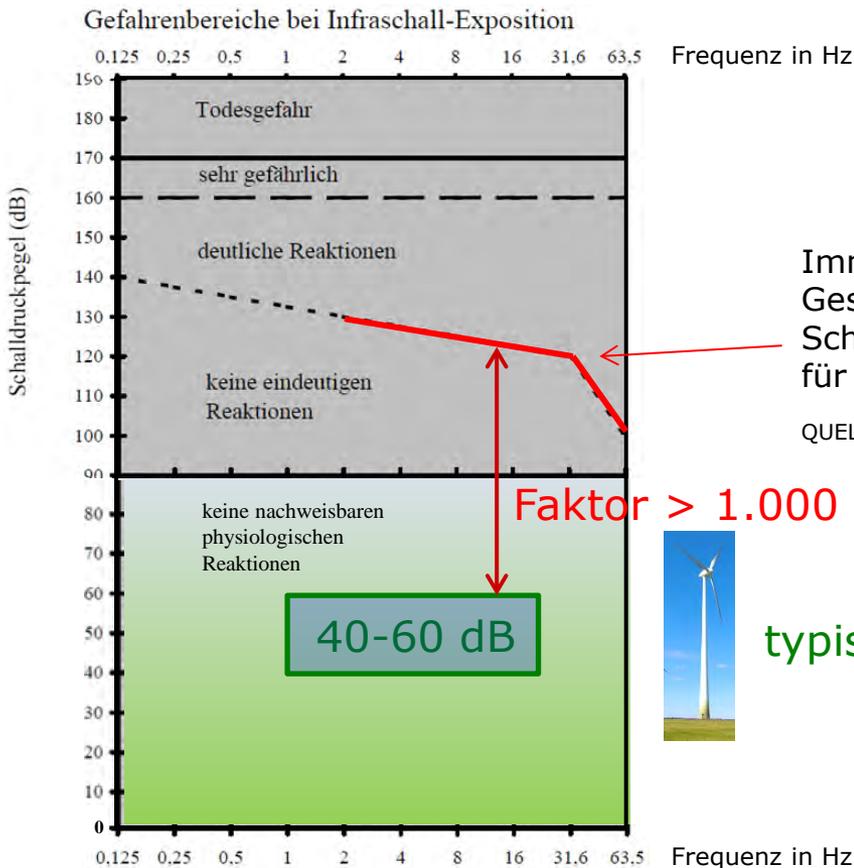
QUELLE: Fachverband Stahlschutz e.V.  
Leitfaden "Nicht-ionisierende Strahlung"  
INFASCHALL  
Nach: BORGSMANN, Rüdiger, 1996 und 2005

# Wieviel Infraschall kann im Alltag auftreten?



# Infraschall und Windkraftanlagen

## □ Wie hoch ist die "Dosis" bei Windrädern?



Immissionsrichtwerte zur Vermeidung von Gesundheitsschäden durch tieffrequente Schallexposition an Arbeitsplätzen für einen 8h-Arbeitstag

QUELLE: BG Verkehr, Düsseldorf 2015

Faktor > 1.000



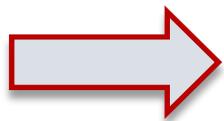
typische Windkraftanlagen

# Was soll man denn nun glauben?

## Infraschall und Windkraftanlagen

---

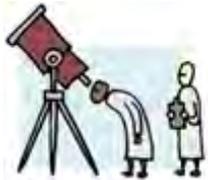
- Stellt Infraschall aus Windkraftanlagen (WKA) ein Risiko für unsere Gesundheit dar?
- ... oder ist alles nur Panikmache?



**Bilden Sie sich selbst Ihre Meinung!**

# Das Kreuzgutachten oder "Peer Review"

Wissenschaftler erforschen etwas ...



Einen Manuskript-Entwurf schicken sie dem Editor einer Fachzeitschrift

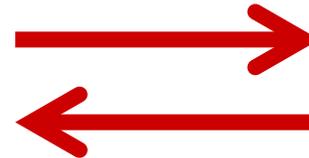
... und schreiben die Ergebnisse nieder



Der Editor verteilt den Bericht anonym an Fachkollegen ("Peers") zur Begutachtung



Die Peer Reviewer bewerten den Bericht und geben dem Editor Feedback.



Der Editor schickt etwaige Kommentare der Reviewer an die Wissenschaftler. Diese können den Bericht überarbeiten und neu einsenden.

Falls ein Bericht nicht die ausreichend hohen wissenschaftliche Anforderungen erfüllt, kann er an diesem Punkt abgelehnt werden.

Wenn der Bericht dann den Standards der Reviewer und des Editors entspricht, wird er in einer Fachzeitschrift veröffentlicht und die Arbeit gilt als "von der Fachwelt anerkannt".



# Welche Kriterien gelten für solide Forschung?

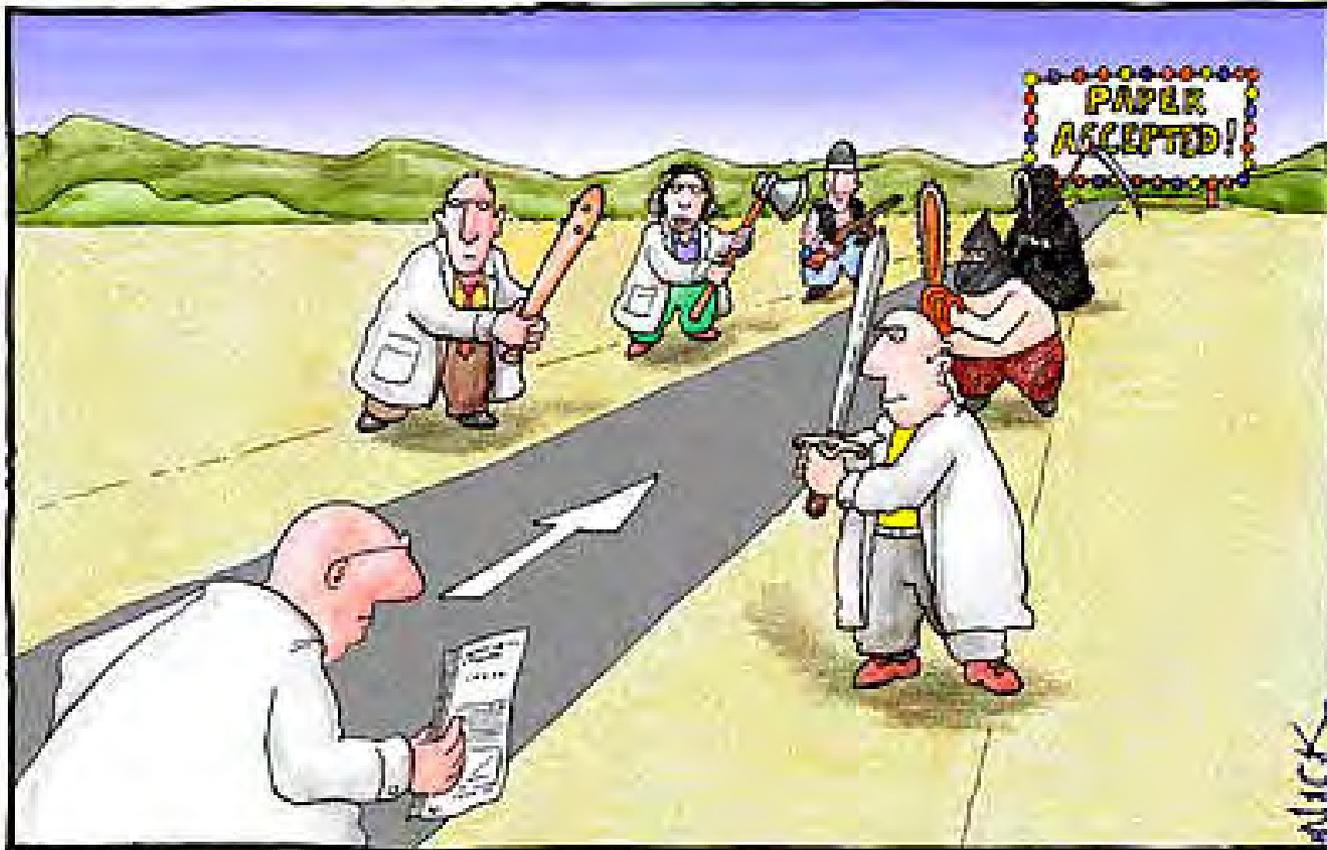
QUELLE: <https://de.wikipedia.org/wiki/Peer-Review>

- ❑ Eine weit verbreitete Methode, um die Qualität von Forschungsergebnissen sicher zu stellen, ist das **Kreuzgutachten** (engl. "*Peer Review*").
- ❑ Dabei bewerten **mehrere Experten** des entsprechenden Fachgebietes **anonym** die vorgestellte wissenschaftliche Arbeit hinsichtlich ihrer Qualität.
- ❑ Diese, auch *Reviewer* oder *Referee* genannten, Experten dürfen nicht aus dem Umfeld des Autors stammen.
- ❑ Die Unabhängigkeit der Gutachter vom zu bewertenden Objekt ist das wesentliche Kriterium eines Kreuzgutachtens!
- ❑ Viele wissenschaftliche Fachzeitschriften nutzen die Methode eines Peer Review vor der Veröffentlichung von Fachartikeln, aber auch Forschungsanträge werden z.B. so bewertet.
- ❑ Auch die Bundesärztekammer hat einen Leitfaden herausgegeben



Bundesärztekammer  
Leitfaden  
Ärztliches Peer Review

# Welche Kriterien gelten für solide Forschung?



# Machen Windräder krank?

Leben unterm Windrad  
Infraschall- der unhörbare Lärm  
Stand Juli 2014

Dr. med. Johannes Mayer D.O.M.  
Facharzt für Allgemeinmedizin, Osteopathische Medizin

PD Dr. med. R. Lange  
Chefarzt Chirurgie, Ilmtalklinik Pfaffenhofen

Dr. med. Johannes Mayer D.O.M.

<http://www.windwahn.de>

<http://www.eike-klima-energie.eu>

<https://www.facebook.com/gegenwindpaf/>

[www.windrad-monster-ilmtal.de](http://www.windrad-monster-ilmtal.de)

...

## Aktuelle wissenschaftliche Untersuchungen

### Literaturverzeichnis:

Pierpont N., MD, PhD, Wind Turbine Syndrome – A Report on a natural Experiment, Santa Fe / New Mexico, K-Selected Books, 2009

Salt A.N., Hullar T.E., Responses of the Ear to Low Frequency Sounds, Infrasonic and Wind Turbines, Hearing Research 2010; 268: 12-21

Salt A.N., Kaltenbach J.A., Infrasonic from Wind Turbines could Affect Humans, Bulletin of Science, Technology & Society 31, 296-302, 2011

Salt A.N., Lichtenhan J.T., Gill R.M., Hartsock J.J. Large endolymphatic potentials from low-frequency and infrasonic tones in the guinea pig, J. Acoust. Soc. Am. 2013, 133: 1561-1571

Salt A.N., Lichtenhan J.T., Perception-based protection from low-frequency sounds may not be enough, Proceedings of InterNoise 2012, New York, 2012

Salt A.N., Lichtenhan J.T., Responses of the Inner Ear to Infrasonic, Proceedings of the Fourth International Meeting on Wind Turbine Noise, Rome Italy April 2011

Bill: Wind turbines (Minimum Distances from Residential Premises) link: [http://www.publications.parliament.uk/pa/ld201011/ldbills/017/11017.1-1.html\\_order\\_to\\_be\\_Printed\\_14th\\_May\\_2012](http://www.publications.parliament.uk/pa/ld201011/ldbills/017/11017.1-1.html_order_to_be_Printed_14th_May_2012)

Occup. Environ. Med. 64 (7):480-486, 2007.

E. Pedersen, Berg F. van den, R. Bakker, and J. Bouma. Response to noise from modern wind farms in The Netherlands. J. Acoust. Soc. Am. 126 (2): 634-643, 2009.

A. N. Salt and T. E. Hullar. Responses of the ear to low frequency sounds, infrasonic and wind turbines. Hear. Res. 268 (1-2):12-21. 2010.

# Nina Pierpont und das Windturbinen Syndrom

- ❑ Die Kinderärztin Frau **Dr. Nina Pierpont** telefonierte im Jahre 2006 mit Menschen, die in der Nähe von Windenergieanlagen (WEAs) lebten und die sich auf ihren Aufruf hin gemeldet hatten
- ❑ Sie befragte 23 Personen direkt und erhielt von ihnen Informationen über weitere 15 Personen (insgesamt 10 Familien mit 38 Personen).
- ❑ Die Befragten nannten zwölf Hauptsymptome: Schlafstörungen, Kopfschmerzen, Tinnitus (Ohrpfeifen), Ohrendruck, Schwindel, Drehschwindel, Übelkeit, Sehstörungen, Herzrasen, Reizbarkeit, Konzentrations- und Erinnerungsprobleme sowie Panikattacken
- ❑ Basierend auf diesen Aussagen schuf sie ein neues Krankheitsbild und nannte es „**Windturbinen-Syndrom**“ (**WTS**) oder „Visceral Vibratory Vestibular Disturbance“ (VVVD), das bedeutet „vibrationsbedingte Störung des Gleichgewichtsorgans“
- ❑ Frau Dr. Pierpont veröffentlichte ihre Ergebnisse 2009 in einem selbstverlegten Buch (\$18): „Wind Turbine Syndrom – A Report on a Natural Experiment“.
- ❑ Wissenschaftliche Veröffentlichungen in den anerkannten medizinischen Fachzeitschriften existieren **nicht**.
- ❑ Die Inhalte des Buches haben sich inzwischen weltweit verbreitet und dienen vielen "Experten" als Beleg für die Gesundheitsgefährdung durch Windräder.



# Kritik an Nina Pierpont und dem WTS

- Nach Aussage von **Experten** in **epidemiologischen Studien** handelt es sich bei dieser Arbeit um eine medizinische "Fallbeschreibung", die keinen Rückschluss auf ursächliche Zusammenhänge zwischen Windenergieanlagen und den beschriebenen Symptomen auf Bevölkerungsebene zulässt
- Es gab keine medizinischen Untersuchungen und keine Schallmessungen, nur die telefonischen Befragungen
- Außerdem wird kritisiert:
  - Die Stichprobe war viel zu klein
  - Sie war nicht zufällig ausgewählt
  - Es wurde keine Kontrollgruppe untersucht
  - die beschriebenen Krankheitssymptome sind nicht klar abgegrenzt
- **Fazit:**

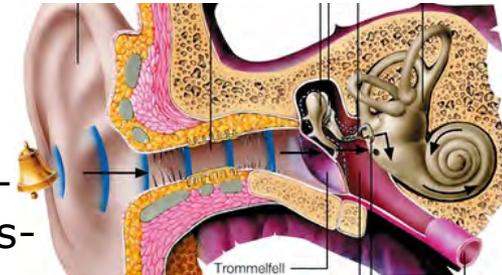
**Das sog. „Windturbinen-Syndrom“ ist als medizinisch anerkanntes Krankheitsbild nicht existent!**



QUELLEN: <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/erneuerbare-energien/faq-fragen-und-antworten>  
<https://www.google.de/#q=rudzok+gesundheitsliche+auswirkungen>

# Alec N. Salt und Reize im Innenohr

- ❑ Prof. Alec N. Salt et. al. vertritt die These, dass unhörbarer Infraschall, speziell von Windenergieanlagen, gesundheitsschädlich sein kann.
  - ❑ Die äußeren Haarzellen des Innenohrs seien empfindlich für Infraschall auch unterhalb der Wahrnehmungsschwelle und würden Nervenimpulse aussenden.
  - ❑ Das Gehirn würde diese Nervenimpulse unbewusst wahrnehmen.
- 
- ❑ Die Arbeiten von Prof. Alec Salt zum Thema Windenergie sind wissenschaftlich umstritten, da sie spekulativ und nicht nachvollziehbar sind.
  - ❑ Als Grundlage für seine Aussage verwendet Prof. Salt Studien an Meeresschweinchen, die sehr starkem Infraschall (80-120 dB) ausgesetzt waren.
  - ❑ Die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf den Menschen ist nicht geklärt.
  - ❑ **Fazit:**  
**Eine Relevanz der Ergebnisse von Prof. Salt für die Risikobewertung von Windkraftgeräuschen ist derzeit nicht erkennbar.**



QUELLEN: <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/erneuerbare-energien/faq-fragen-und-antworten>  
<https://www.google.de/#q=rudzok+gesundheitliche+auswirkungen>

## Erkenntnis Nr. 2

---

- Die zwei wichtigsten/am häufigsten von Windkraftgegnern zitierten Autoren sind in der internationalen Fachwelt nicht anerkannt.
- Ihre Studien erfüllen **nicht** die Kriterien, die an eine solide wissenschaftliche Arbeit gestellt werden müssen.

# A Critical Review in the Scientific Literature

## Wind Turbines and Health

### A Critical Review of the Scientific Literature

Robert J. McCunney, MD, MPH, Kenneth A. Mundi, PhD, W. David Colby, MD, Robert Dobie, MD, Kenneth Kaliski, BE, PE, and Mark Blais, PsyD

Journal of Occupational & Environmental Medicine:  
[November 2014 - Volume 56 - Issue 11 - p e108–e130](#)

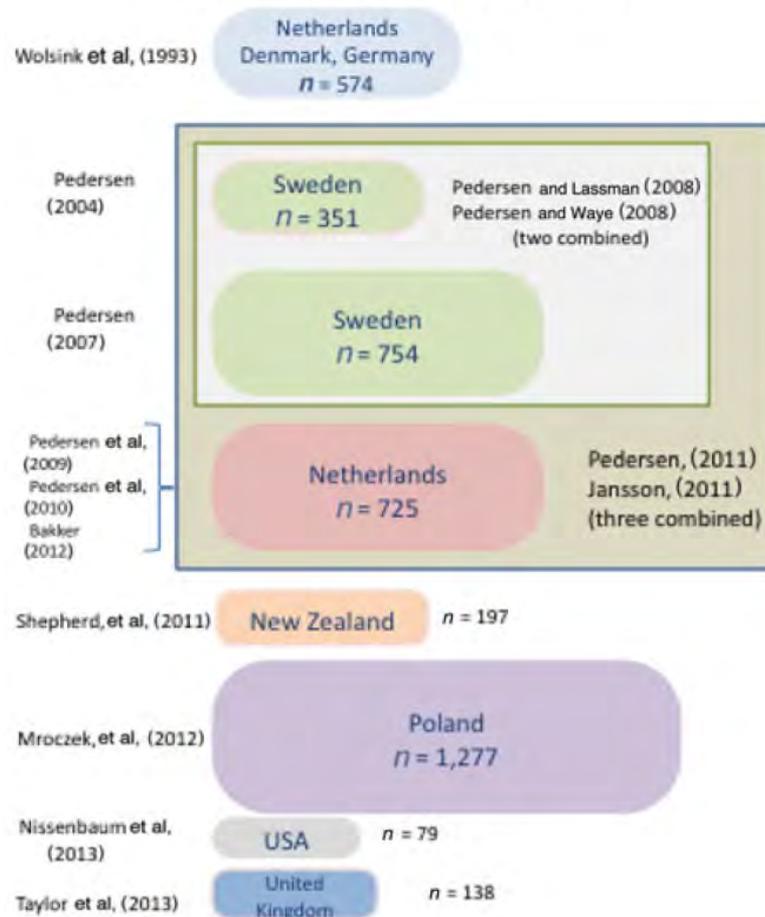
### SUMMARY

1. Measurements of low-frequency sound, infrasound, tonal sound emission, and amplitude-modulated sound show that infrasound is emitted by wind turbines. The levels of infrasound at customary distances to homes are typically well below audibility thresholds.
2. No cohort or case-control studies were located in this updated review of the peer-reviewed literature. Nevertheless, among the cross-sectional studies of better quality, no clear or consistent association is seen between wind turbine noise and any reported disease or other indicator of harm to human health.

3. Den Bestandteilen des Schalls von WEAs, einschließlich Infraschall und tieffrequenter Schall, konnte **nicht** nachgewiesen werden, dass sie ein spezifisches Gesundheitsrisiko für Leute darstellen, die in der Nähe von WEAs leben.

people to report annoyance in the context of wind turbines.

### Relative size and location of study groups



# Andere Quellen: Aus



## Wind Turbines and Health

A Rapid Review of the Evidence

July 2010

Dr. Helmut Muth  
„Schutzve

- ‘There is **no reliable evidence** that infrasounds below the hearing threshold produce physiological or psychological effects’ (Berglund & Lindvall 1995).
- Infrasound associated with modern wind turbines **is not a source** which will result in noise levels which may be injurious to the health of a wind farm neighbour (DTI, 2006).
- Findings clearly show that there **is no peer-reviewed scientific evidence** indicating that wind turbines have an adverse impact on human health (CanWEA, 2009).
- Sound from wind turbines **does not pose a risk** of hearing loss or any other adverse health effects in humans. Subaudible, low frequency sounds and infrasound from wind turbines do not present a risk to human health (Colby, et al 2009).
- The Chatham-Kent Public Health Unit (Ontario, Canada) reviewed the current literature regarding the known health impacts of wind turbines in order to make an evidence-based decision. Their report concluded that current evidence **failed to demonstrate a health concern** associated with wind turbines. ‘In summary, as long as the Ministry of Environment Guidelines for location criteria of wind farms are followed ... there will be negligible adverse health impacts on Chatham-Kent citizens. Although opposition to wind farms on aesthetic grounds is a legitimate point of view, opposition to wind farms on the basis of potential adverse health consequences is not justified by the evidence’ (Chatham-Kent Public Health Unit, 2008).
- Wind energy is associated with **fewer health effects than other forms** of traditional energy generation and in fact will have positive health benefits (WHO, 2004).
- ‘There are, at present, very few published and scientifically-validated cases of an SACs of wind farm noise emission being problematic ... the extent of reliable published material **does not, at this stage, warrant inclusion** of SACs ... into the noise impact assessment planning stage (EPHC, 2009).
- While a great deal of discussion about infrasound in connection with wind turbine generators exists in the media **there is no verifiable evidence** for infrasound and production by modern turbines (HGC Engineering, 2007).

# Andere Quellen: Canada und USA

---

## Wind Turbine Sound and Health Effects An Expert Panel Review

Prepared by (in alphabetical order):

W. David Colby, M.D.

Robert Dobie, M.D.

Geoff Leventhall, Ph.D.

David M. Lipscomb, Ph.D.

Robert J. McCunney, M.D.

Michael T. Seilo, Ph.D.

Bo Søndergaard, M.Sc.

Following review, analysis, and discussion of current knowledge, the panel reached consensus on the following conclusions:

- There is **no evidence** that the audible or sub-audible sounds emitted by wind turbines have any direct adverse physiological effects.
- The ground-borne vibrations from wind turbines are **too weak** to be detected by, or to affect, humans.
- The sounds emitted by wind turbines are not unique. There is **no reason to believe**, based on the levels and frequencies of the sounds and the panel's experience with sound exposures in occupational settings, that the sounds from wind turbines could plausibly have **direct adverse health consequences.**

# Andere Quellen: Dänemark

---

## Infrasound Emission from Wind Turbines

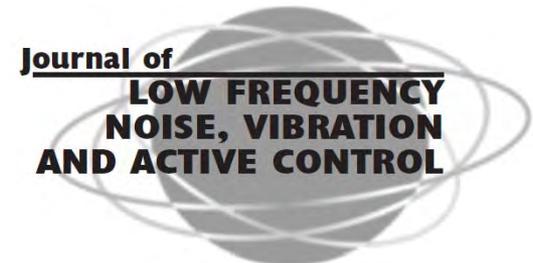
Jørgen Jakobsen

Danish Environmental Protection Agency

Strandgade 29, DK- 1401 Copenhagen K, DENMARK

Email:jj@mst.dk

Received 17th August 2005



UK ISSN 0263-0923

VOLUME 24  
NUMBER 3  
2 0 0 5

## 6. CONCLUSION

From a critical survey of all known published measurement results of infrasound from wind turbines it is found that wind turbines of contemporary design with the rotor placed upwind produce very low levels of infrasound. Even quite close to these turbines the **infrasound level is far below relevant assessment criteria** including the limit of perception. Such low infrasound levels are unimportant for the evaluation of the environmental effects of wind turbines.

## Erkenntnis Nr. 3

---

- Die internationale Fachwelt sagt:  
Obwohl in den Medien sehr viel über Infraschall und Windenergie berichtet wird, ergibt die Auswertung der einschlägigen Studien nach den Kriterien einer wissenschaftlich nachprüfbaren Forschung (*"peer-reviewed"*) **keinen** stichhaltigen Beleg für eine Gesundheitsgefährdung durch Infraschall von Windrädern.

# Können **Erwartungen** Symptome hervorrufen?



Kann der **Nocebo**-Effekt zur Erklärung beitragen?

Forschung & Lehre

## MACHT INFRASCHALL KRANK?

Bis jetzt gibt es keinen Beweis dafür,  
trotzdem leiden viele Menschen

**Was ist das denn?** Placebo = "ich werde gefallen"

Den Placebo-Effekt kennen alle: Ein wirkstofffreies Präparat löst eine Besserung von Beschwerden aus, weil der Patient erwartet, dass ihm das Medikament hilft. Anders ist es beim Nocebo-Effekt. Nocebo ist auch Lateinisch und bedeutet „ich werde schaden“ und meint, dass ein wirkstofffreies Arzneimittel das Wohlbefinden des Patienten negativ beeinflusst, weil er damit rechnet, dass es ihm schadet. Den gleichen Effekt kann auch eine umweltverändernde Maßnahme wie eine Windkraftanlage in Sichtweite haben:

Man erwartet eine Beeinträchtigung und bekommt sie prompt. Das heißt, dass die Beschwerden eine hohe psychosomatische Komponente haben.

# Können **Erwartungen** Symptome hervorrufen?

- Es gibt eine epidemiologisch profunde Studie aus Neuseeland, die den **Nocebo**-Effekt in Zusammenhang mit den Symptomen von Personen bringt, wie sie von Nina Pierpont beschrieben wurden ("WTS")
- Die von Betroffenen beklagten Symptome sind meist Beschwerden, denen psychosomatische Ursachen zugeschrieben werden, z. B. Übelkeit, Kopfschmerzen, Erschöpfung, Schlaflosigkeit oder Benommenheit.
- Daneben sind auch objektive Symptome diagnostizierbar, z. B. Hautausschlag, erhöhter Blutdruck und erhöhte Herzfrequenz.

**PLEASANT RIDGE EXHIBIT**

**68**

© 2013 American Psychological Association  
0278-6133/14\$12.00 http://dx.doi.org/10.1037/a0031760

Health Psychology  
2014, Vol. 33, No. 4, 360–364

**Can Expectations Produce Symptoms From Infrasound Associated With Wind Turbines?**

Fiona Crichton, George Dodd, Gian Schmid, Greg Gamble, and Keith J. Petrie  
University of Auckland

*Objective:* The development of new wind farms in many parts of the world has been thwarted by public concern that subaudible sound (infrasound) generated by wind turbines causes adverse health effects. Although the scientific evidence does not support a direct pathophysiological link between infrasound and health complaints, there is a body of lay information suggesting a link between infrasound exposure and health effects. This study tested the potential for such information to create symptom expectations, thereby providing a possible pathway for symptom reporting. *Method:* A sham-controlled double-blind provocation study, in which participants were exposed to 10 min of infrasound and 10 min of sham infrasound, was conducted. Fifty-four participants were randomized to high- or low-expectancy groups and presented audiovisual information, integrating material from the Internet, designed to invoke either high or low expectations that exposure to infrasound causes specified symptoms. *Results:* High-expectancy participants reported significant increases, from preexposure assessment, in the number and intensity of symptoms experienced during exposure to both infrasound and sham infrasound. There were no symptomatic changes in the low-expectancy group. *Conclusions:* Healthy volunteers, when given information about the expected physiological effect of infrasound, reported symptoms that aligned with that information, during exposure to both infrasound and sham infrasound. Symptom expectations were created by viewing information readily available on the Internet, indicating the potential for symptom expectations to be created outside of the laboratory, in real world settings. Results suggest psychological expectations could explain the link between wind turbine exposure and health complaints.

*Keywords:* psychological expectations, symptom reporting, environmental risks, wind energy, infrasound

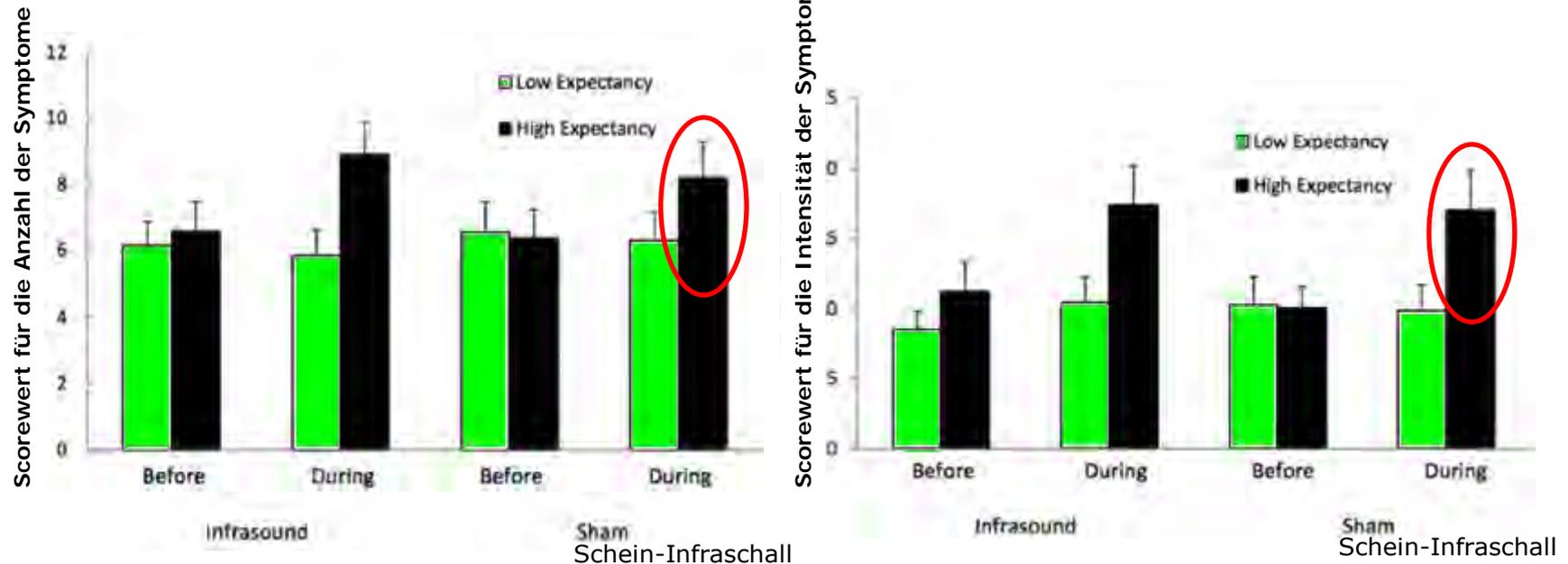
# Können **Erwartungen** Symptome hervorrufen?

---

- ❑ In der Studie wurden 54 Teilnehmer (Freiwillige, 34 f, 20 m) in eine **Fall-** und eine **Kontroll-Gruppe** aufgeteilt.
- ❑ Die **Fallgruppe** ("High Expectancy") wurde durch ein Video mit Leidensberichten rund um WEAs konditioniert, um eine negative Erwartungshaltung zu entwickeln.
- ❑ Die **Kontrollgruppe** ("Low Expectancy") sah stattdessen ein Video, in dem Wissenschaftler erklärten, warum Infraschall solche Symptome **nicht** auslöst.
- ❑ Alle Probanden wurden danach zehn Minuten lang Infraschall deutlich unterhalb der Hörschwelle (40 dB bei 5Hz) und dann zehn Minuten lang Schein-Infraschall (also Stille) ausgesetzt. **Gesagt wurde ihnen, dass es jedes mal Infraschall sei.** Auch die begleitenden Messtechniker wussten nicht, ob Infraschall oder Ruhe.
  
- ❑ Bei der **Kontrollgruppe** gab es keine symptomatischen Veränderungen.
- ❑ Die Teilnehmer fühlten sich während der Beschallung genauso wie vorher.
  
- ❑ Die **Fallgruppe**, die aufgrund des Films eine negative Erwartungshaltung hatte, berichtete von einer Zunahme ihrer Beschwerden während der Beschallung. Sie hatte deutlich mehr und intensivere Beschwerden im Vergleich zu vorher – und zwar unabhängig davon, ob sie Infraschall oder Schein-Infraschall (Stille) ausgesetzt waren.
- ❑ Zudem klagten die Teilnehmer über genau die Symptome, die sie vorher im Video gesehen hatten.

# Können **Erwartungen** Symptome hervorrufen?

## □ Die Ergebnisse:



- Die Studie zeigt eindrucksvoll, wie stark Konditionierungen und negative Erwartungshaltungen die Zahl und Intensität gefühlter Symptome vergrößern können.
- Sie ist deshalb ein Indiz dafür, dass die dem Infraschall von Windrädern zugeschriebenen Gesundheitsbeschwerden mit Nocebo-Effekten erklärbar sind.

# FAKTEN: Die LUBW-Studie 2013 - 2015

- Die LUBW (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg) hat in den Jahren 2013 bis 2015 Messungen an realen Windkraftanlagen (WKA) und anderen Infraschallquellen durchgeführt.
- Es wurden **6 WKA** im Leistungsbereich von **1,8 MW** bis **3,2 MW** untersucht.
- Die Messabstände betragen jeweils 150, 300 und 700 m.
- Außerdem wurden Infraschallpegel an Straßen, Autobahnen, im Inneren eines PKWs und auf und in Gebäuden gemessen.
- Auch Haushaltsgeräte wie Waschmaschine, Kühlschrank oder Heizung wurden erfasst.



Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz  
Baden-Württemberg

# FAKTEN: Die LUBW-Studie 2013 - 2015

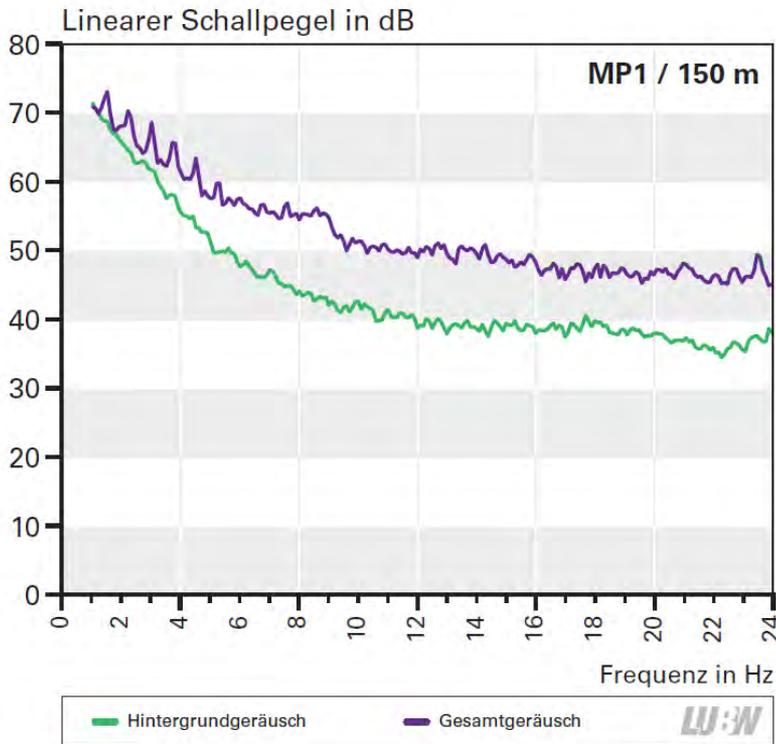
## Zusammenfassung der Ergebnisse

- Die **Infraschallpegel** in der Umgebung von Windkraftanlagen liegen bei den durchgeführten Messungen **auch im Nahbereich** – d.h. bei Abständen zwischen 120 m und 300 m – deutlich **unterhalb** der menschlichen Wahrnehmungsschwelle.
- In **700 m Abstand** von den Windenergieanlagen war bei den Messungen zu beobachten, dass sich beim Einschalten der Anlage der gemessene Infraschall-Pegel **nicht** mehr signifikant geändert hat.
- Der Infraschall wurde dort im Wesentlichen vom Wind erzeugt und nicht von den Anlagen.

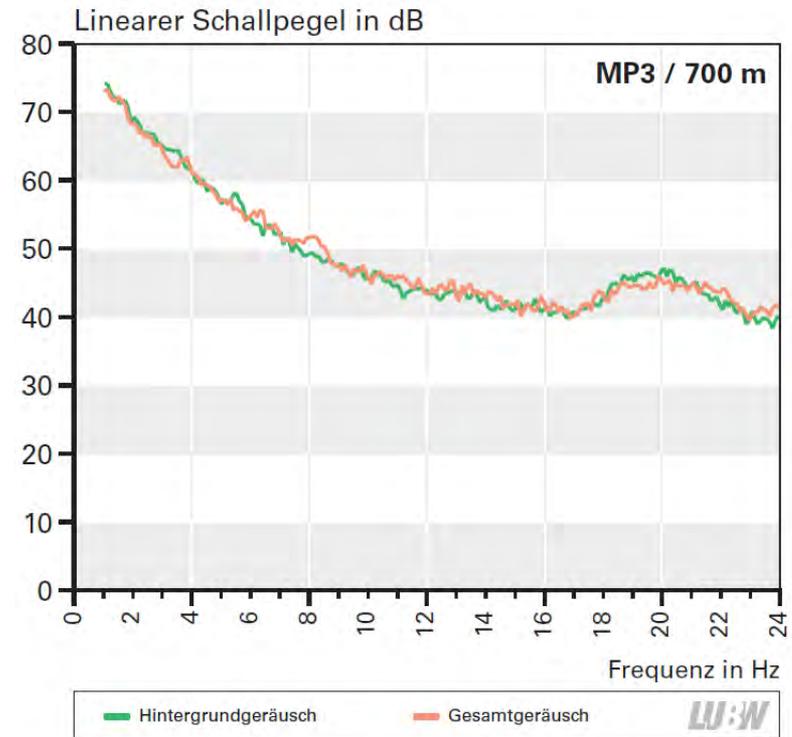


Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz  
Baden-Württemberg

# FAKTEN: Die LUBW-Studie 2013 - 2015



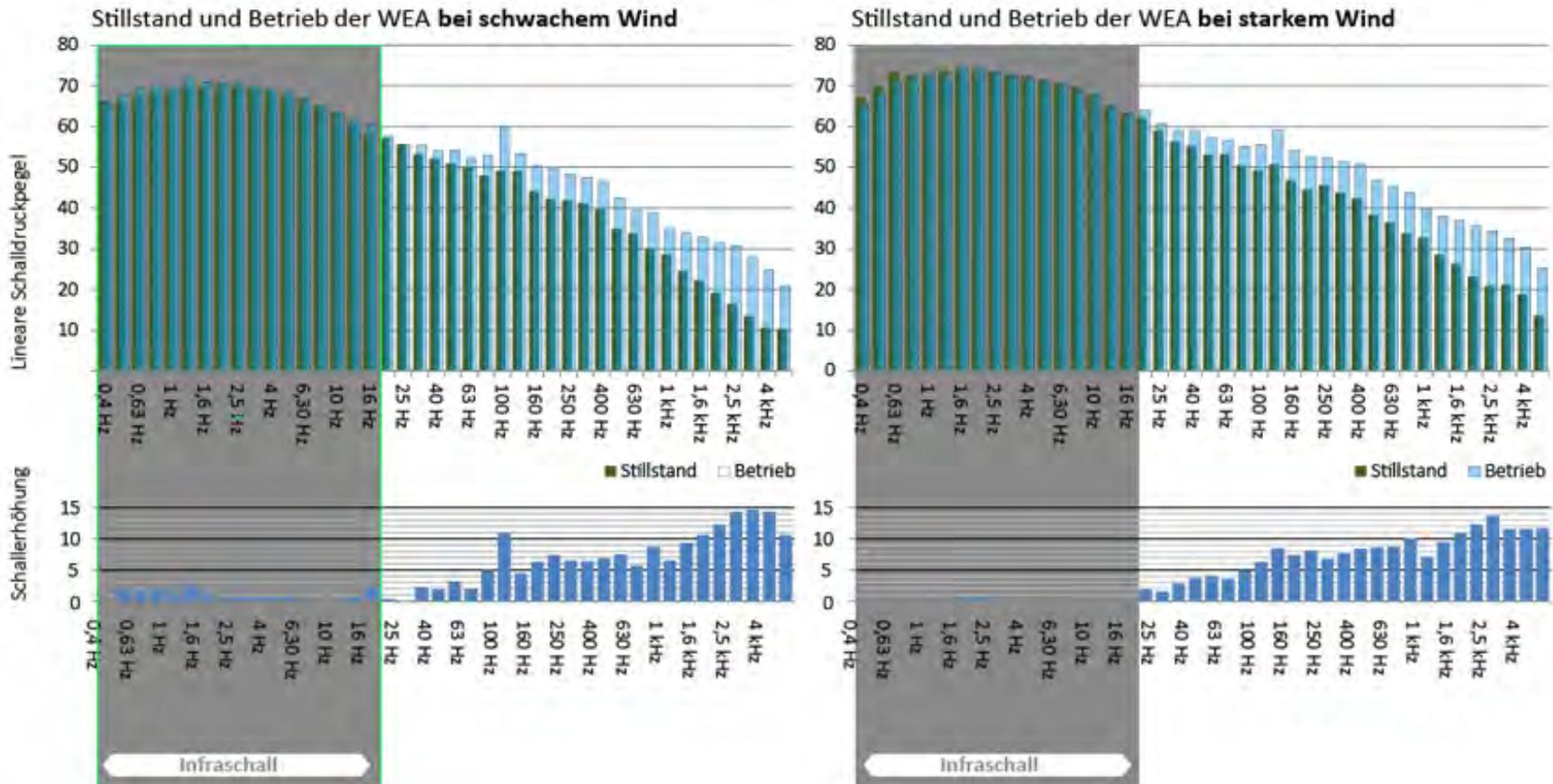
**Abbildung 4.2-2:** Schmalbandspektren im Nahfeld der eingeschalteten WEA 1 (150 m Entfernung). Violette Kurve: Gesamtgeräusch (eingeschaltete Anlage mit Hintergrundgeräusch); grüne Kurve: Hintergrundgeräusch allein (Mittelungspegel, Windgeschwindigkeit 6,5 m/s). Gut erkennbar sind die Maxima zwischen 1 Hz und 5,5 Hz, siehe auch die Erläuterungen im Text.



**Abbildung 4.2-3:** Schmalbandspektren in 700 m Entfernung von der eingeschalteten WEA 1. Orange Kurve: Gesamtgeräusch (eingeschaltete Anlage mit Hintergrundgeräusch); grüne Kurve: Hintergrundgeräusch allein (Mittelungspegel, Windgeschwindigkeit 6,5 m/s). In dieser Entfernung ändert sich durch das Einschalten der WEA 1 der Infraschallpegel nicht signifikant.

# FAKTEN: Österreich

Windpark Bad Deutsch-Altenburg  
7 WEA der 3 MW-Klasse  
Abstand ca. 200 m

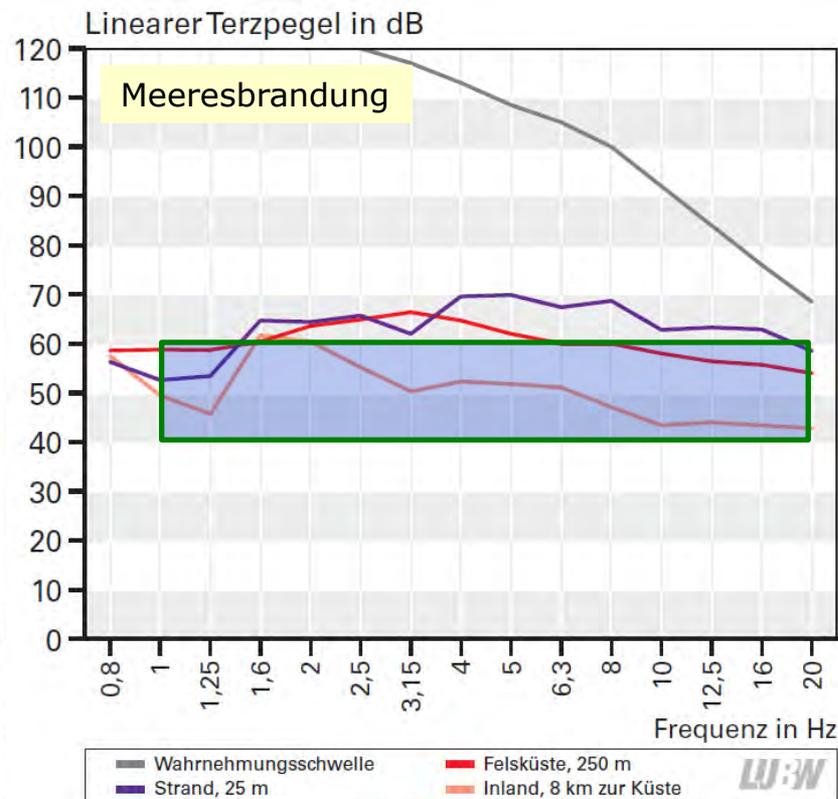
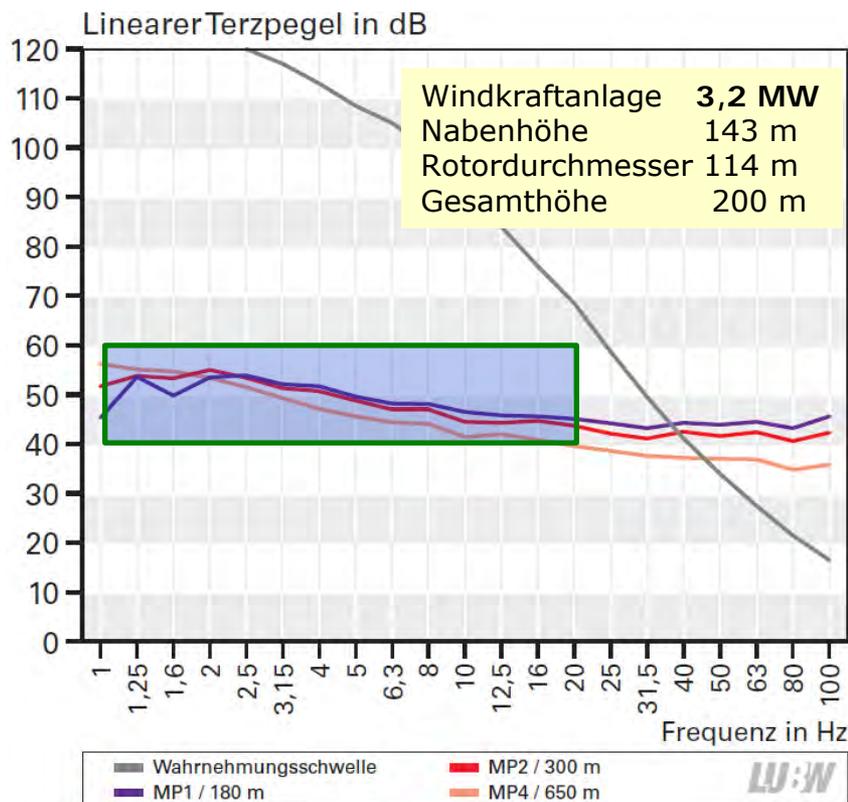


## Erkenntnis Nr. 4

---

- In dem Abstand von einer WEA, ab dem Menschen wohnen, ist der Anteil, den ein eingeschaltetes Windrad zum sowieso vorhandenen Hintergrundpegel zusätzlich beiträgt, nicht mehr messbar.

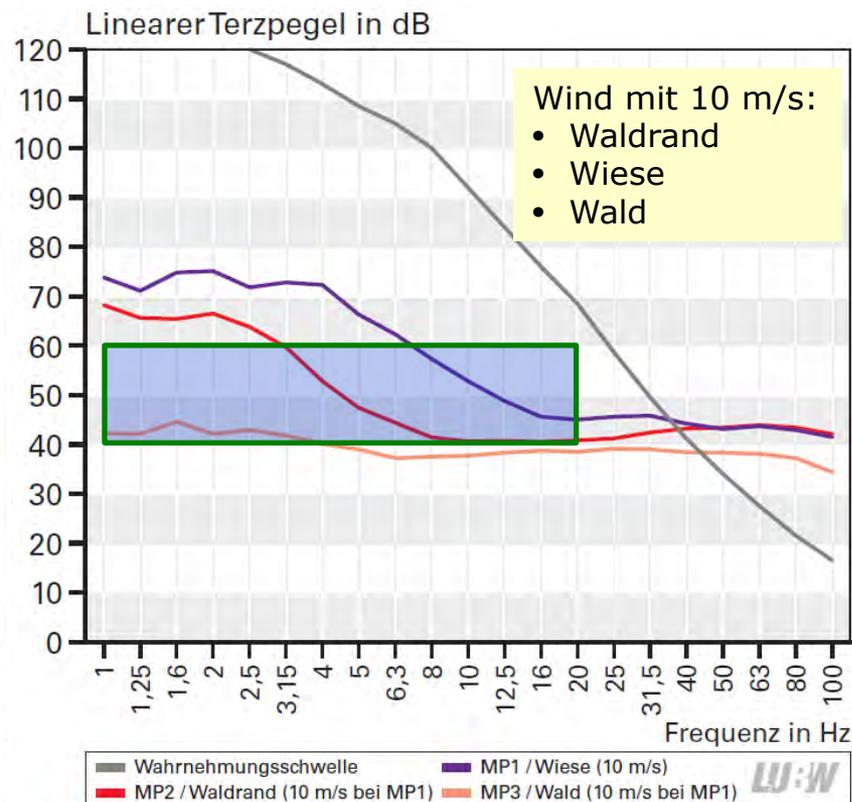
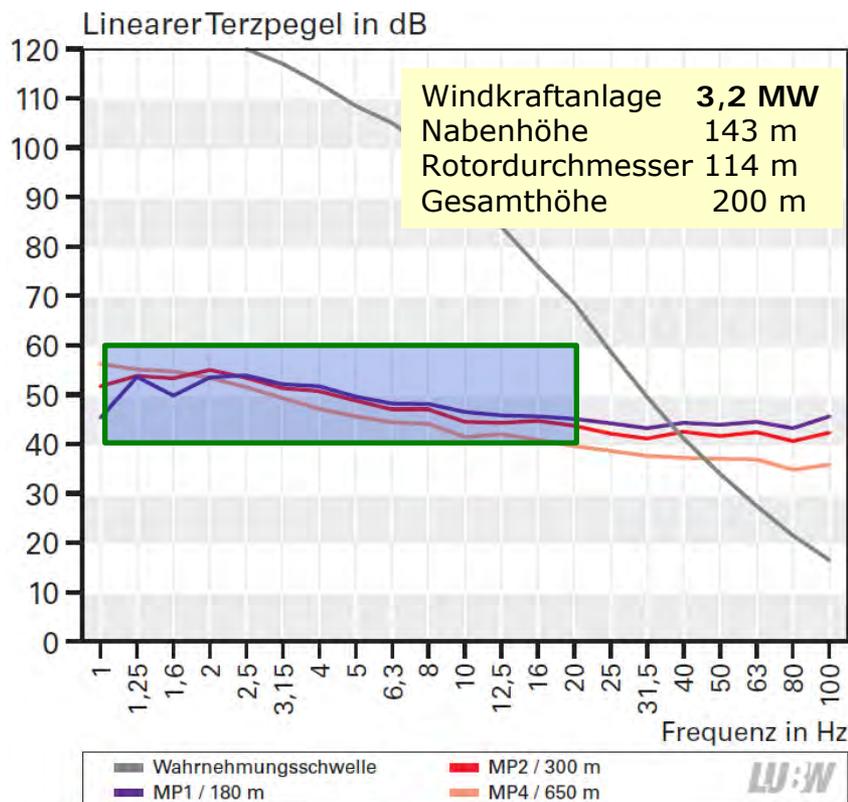
# Vergleich verschiedener Infraschallquellen



**Abbildung 4.5-11:** Terzspektren des Gesamtgeräuschs an den Messpunkten MP1 (180 m), MP2 (300 m) und MP4 (650 m) der WEA 4, Wahrnehmungsschwelle nach Tabelle A3-1 zum Vergleich. Die Messwerte wurden gemäß Abschnitt 4.1 korrigiert.

**Abbildung 8.2-1:** Terzspektren des Gesamtgeräuschs für Meeresbrandung, unterschiedliche Randbedingungen nach [21], Wahrnehmungsschwelle nach Tabelle A3-1 zum Vergleich

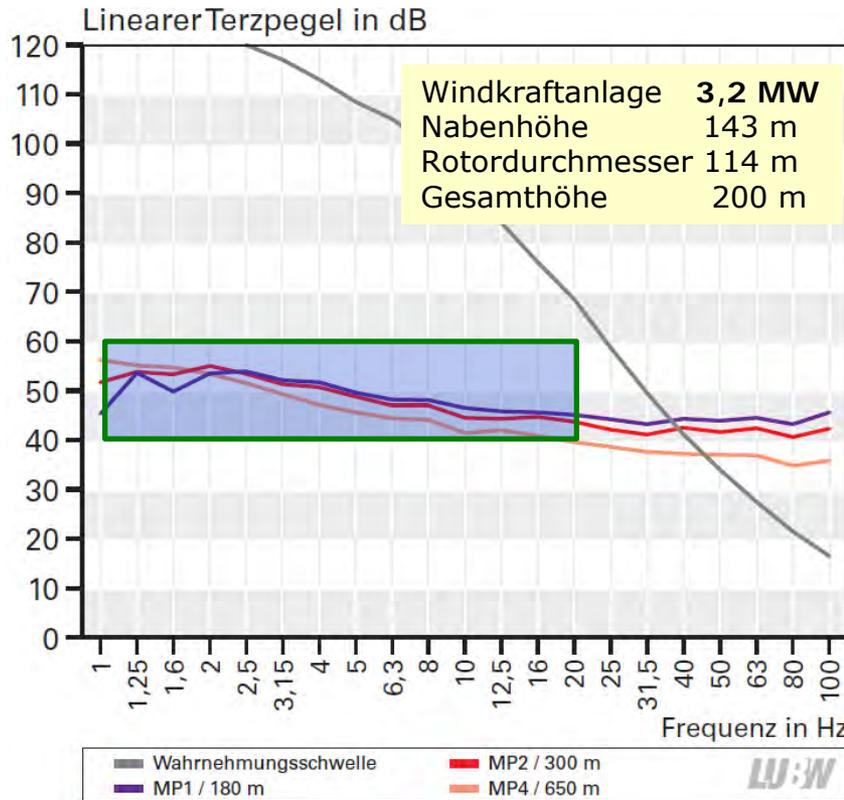
# Vergleich verschiedener Infraschallquellen



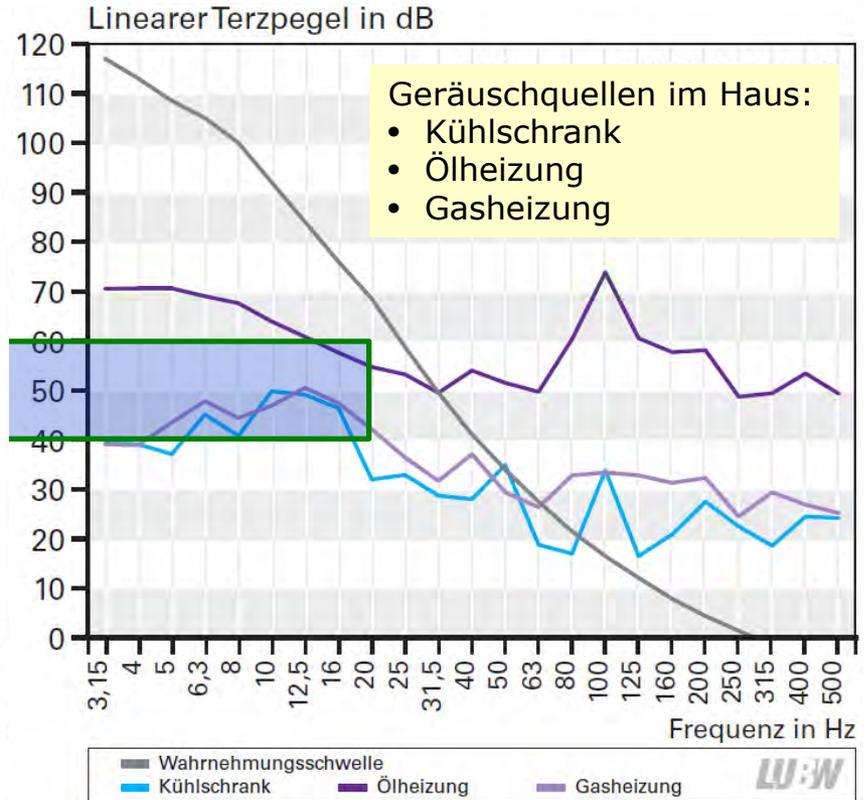
**Abbildung 4.5-11:** Terzspektren des Gesamtgeräuschs an den Messpunkten MP1 (180 m), MP2 (300 m) und MP4 (650 m) der WEA 4, Wahrnehmungsschwelle nach Tabelle A3-1 zum Vergleich. Die Messwerte wurden gemäß Abschnitt 4.1 korrigiert.

**Abbildung 8.1-6:** Vergleich der Terzspektren des Gesamtgeräuschs an den Messpunkten MP1 (Wiese), MP2 (Waldrand) und MP3 (Wald) mit der Wahrnehmungsschwelle nach Tabelle A3-1. Die Messwerte wurden gemäß Abschnitt 4.1 korrigiert.

# Vergleich verschiedener Infraschallquellen

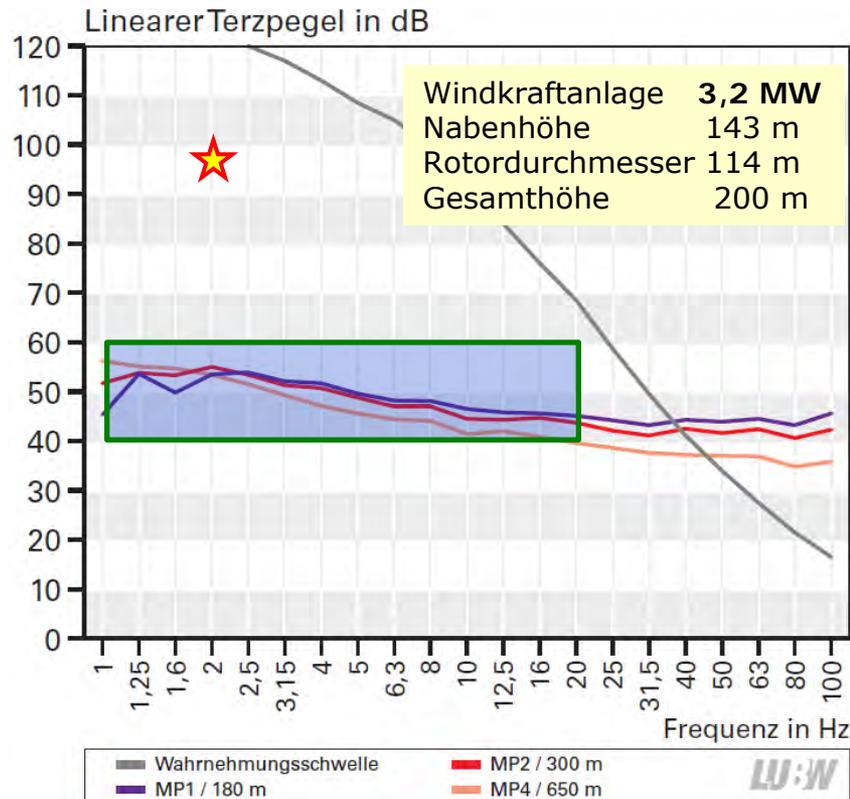


**Abbildung 4.5-11:** Terzspektren des Gesamtgeräuschs an den Messpunkten MP1 (180 m), MP2 (300 m) und MP4 (650 m) der WEA 4, Wahrnehmungsschwelle nach Tabelle A3-1 zum Vergleich. Die Messwerte wurden gemäß Abschnitt 4.1 korrigiert.

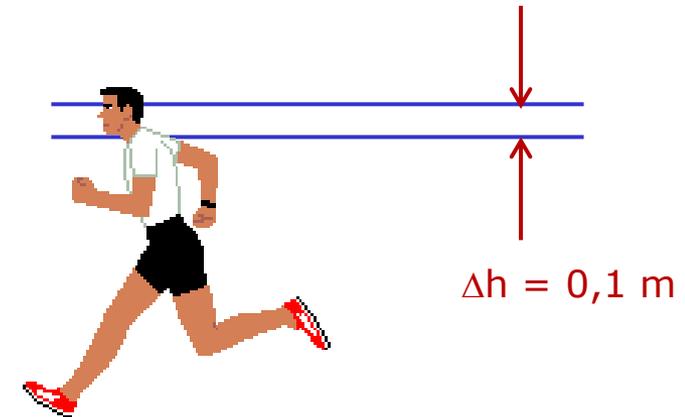


**Abbildung 7.2-1:** Terzschallpegel der Geräusche von Ölheizung, Gasheizung und Kühlschrank in 0,5 m Abstand vom Gerät, Wahrnehmungsschwelle nach Tabelle A3-1 zum Vergleich

# Vergleich verschiedener Infrasschallquellen



Lauf-  
frequenz =  
2 Hz

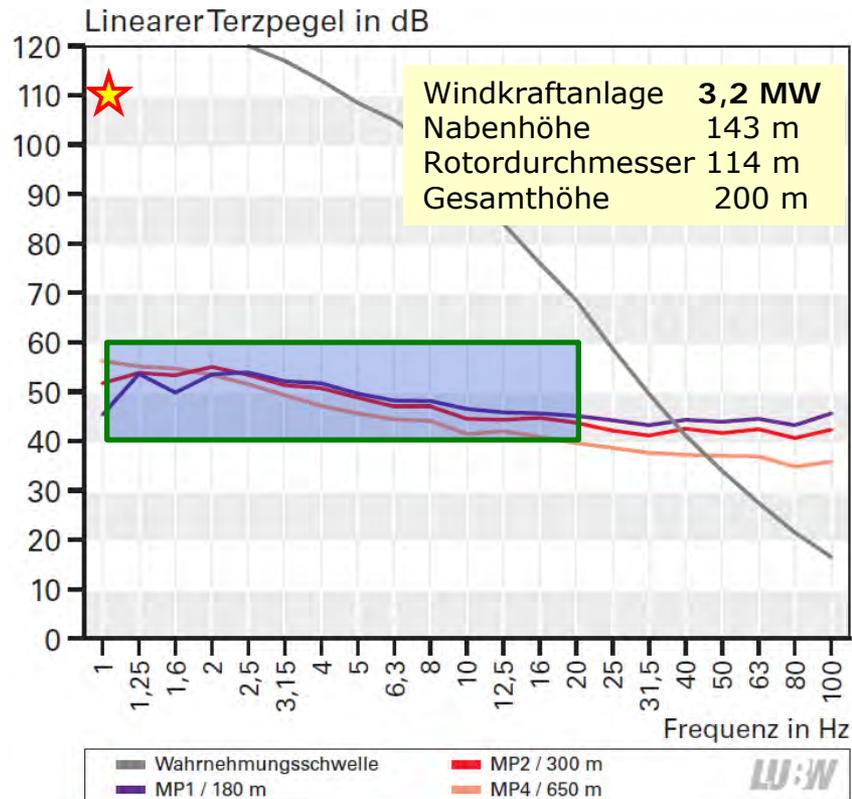


Der Luftdruck ändert sich je 8 m Höhen-  
differenz um 1 hPa.  
Also bei 0,1 m:  $\Delta p = 1/80 \text{ hPa} = 1,25 \text{ Pa}$ .

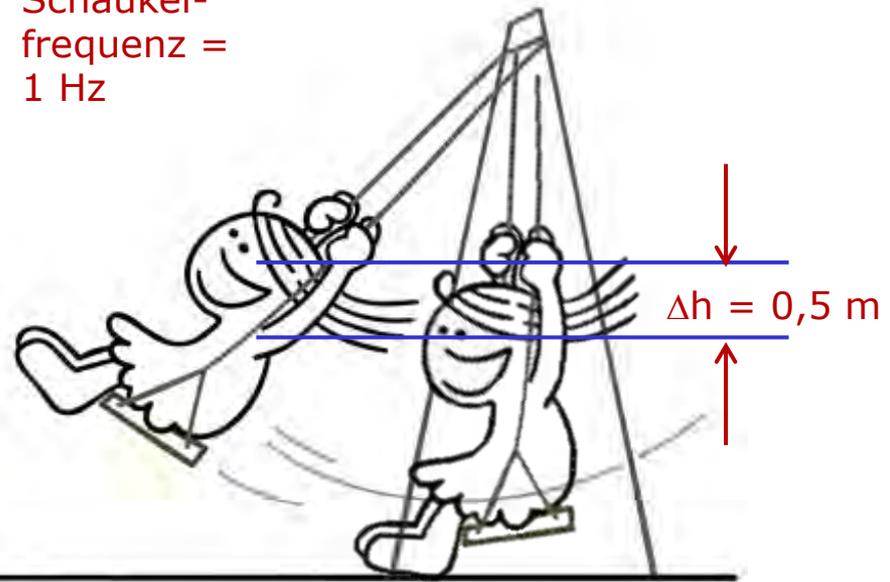
Das entspricht einem Schalldruckpegel  
von **96 dB**.

**Abbildung 4.5-11:** Terzspektren des Gesamtgeräuschs an den Messpunkten MP1 (180 m), MP2 (300 m) und MP4 (650 m) der WEA 4, Wahrnehmungsschwelle nach Tabelle A3-1 zum Vergleich. Die Messwerte wurden gemäß Abschnitt 4.1 korrigiert.

# Vergleich verschiedener Infrasschallquellen



Schaukel-  
frequenz =  
1 Hz



Der Luftdruck ändert sich je 8 m Höhen-  
differenz um 1 hPa.  
Also bei 0,5 m:  $\Delta p = 1/16 \text{ hPa} = 6,25 \text{ Pa}$ .

Das entspricht einem Schalldruckpegel  
von **110 dB**.

**Abbildung 4.5-11:** Terzspektren des Gesamtgeräuschs an den Messpunkten MP1 (180 m), MP2 (300 m) und MP4 (650 m) der WEA 4, Wahrnehmungsschwelle nach Tabelle A3-1 zum Vergleich. Die Messwerte wurden gemäß Abschnitt 4.1 korrigiert.

# Meine Hausaufgabe für Sie

---

## □ FRAGE:

Kann ein Infraschallpegel, der sich nicht mehr unterscheidet vom sowieso vorhandenen Hintergrundpegel, krank machen?

