

Wohnmedizinisches Symposium, TH-OWL, 14.5.2021

## Schädigende Wirkung von Windrädern

Keine Wirkung ohne Nebenwirkungen:  
Der Irrtum von der harmlosen Windkraft

Dr. rer. nat. Heinz-Jürgen Friesen



### Hauptaspekte, ein Einblick

- Sicherheit → Anlagensicherheit, Energieversorgung
- Optik → Ästhetik, Schlagschatten ...
- Schall → Begriffe, Messtechnik, Auswirkungen
- Natur → Flora & Fauna, (Nah-) Erholung
- Klima → Wärme, Trockenheit
- Werte → Wertminderung von Immobilien

S.a. Europäische Gesellschaft für gesundes Bauen und Innenraumhygiene, EGGBI

<https://www.eggbi.eu>, [http://www.eggbi.eu/fileadmin/EGGBI/PDF/Gesundheitsrisiko\\_Schall.pdf](http://www.eggbi.eu/fileadmin/EGGBI/PDF/Gesundheitsrisiko_Schall.pdf)

# Münster, Fa. Hollenhorst, „Wie man mit dem Bürger umgeht“

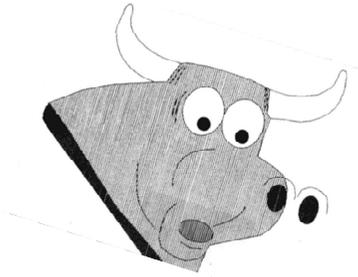
<https://www.youtube.com/watch?v=97kicyAptFI>

4:46 Minuten,

Mit Dank an die Ersteller des Videos und insbesondere an die Personen, die in der Öffentlichkeit das Erlebte und Durchlebte berichten.

Anwohner und Betroffene von Windenergieanlagen verstehen Deutschland nicht mehr. Unrecht und Lügen werden von Politik und Behörden gebilligt, Recht und Schutz werden politischer Ideologie geopfert, Menschen diskriminiert und ausgegrenzt...

# Anlagensicherheit, Energieversorgung



## Anlagensicherheit – Technische Aspekte

- Havarie: Brand, Rotor
- Eiswurf

## Sichere Energieversorgung?

- Was passiert bei Stromausfall... kein Wind, keine Sonne
  - Bedarfsgerechte Energielieferung?
  - Schwankende Energiequelle Wind
- Energiedichte... wie viel kann überhaupt geliefert werden?
  - Energiespeicherung ...
  - Transportfragen... Leitungen, Netze
  - Verluste über viele Verfahrensschritte  
(Gesamtwirkungsgrad)

# Anlagensicherheit – Technische Aspekte

BRD, Havarien pro Jahr: 20 - 50 → in 20 Jahren: 1 – 3 %

## - Brand

... was ist, wenn's brennt? Löschen, Toxikologie...

... Absperrung: Rotordurchmesser mal 10

z.B. Vestas V 150 → 1.500 m Kreisdurchmesser

... Rauch ist toxisch und carcinogen

.... „Seltene Erden“, Neodym...

## - Eiswurf

... wie weit fliegt das Zeug und mit wie viel Wummms?

→ mehrere hundert Meter

## -Weggeschleuderte Flügelteile bei Havarie

... fliegen 800 m weit, z.B. Havarie Borchten

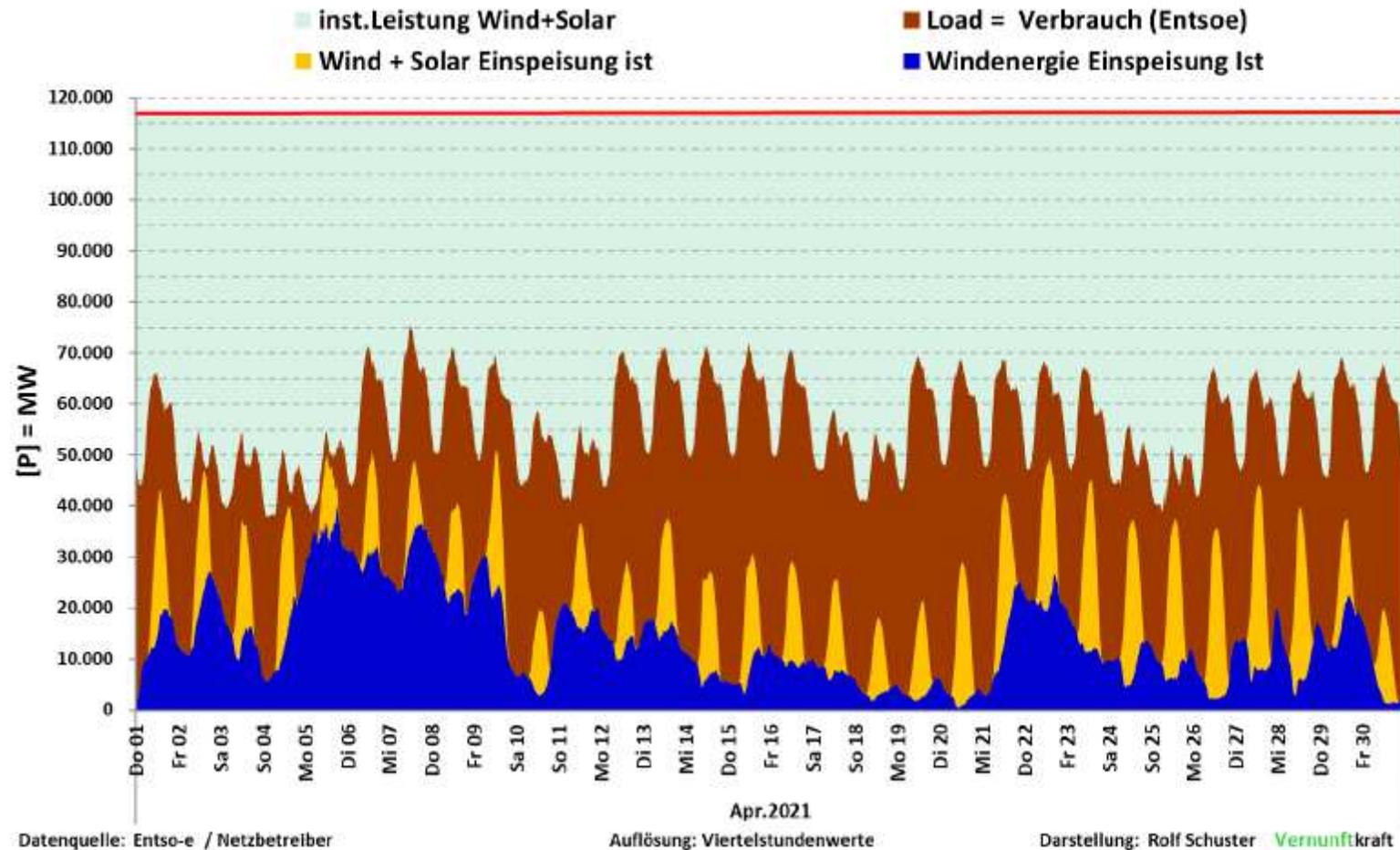
→ faserhaltige Fragmente sind carcinogen

# Energieversorgung

## Sichere Energieversorgung?

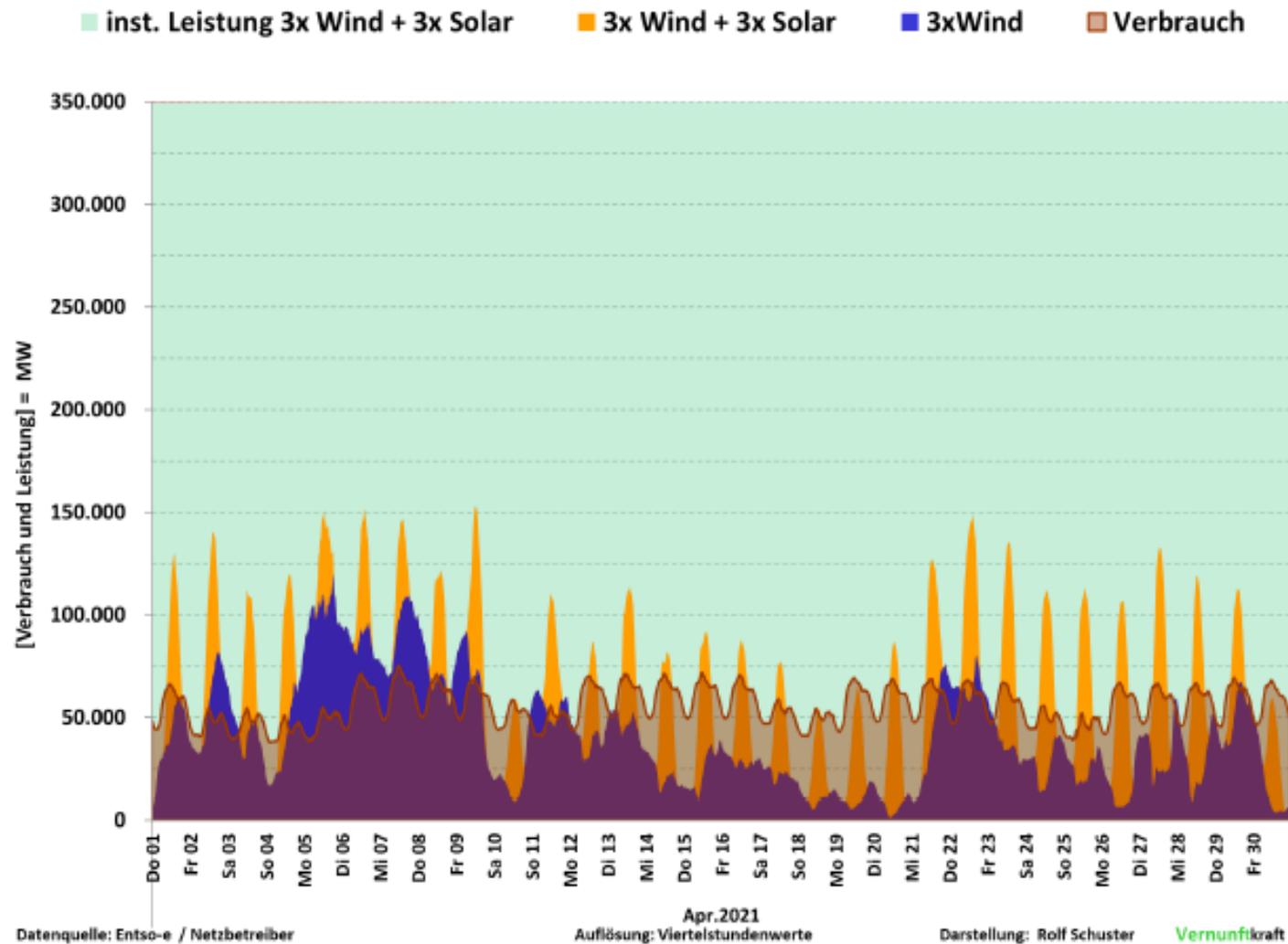
- Was passiert bei Stromausfall... kein Wind, keine Sonne
- Bedarfsgerechte Energielieferung?
- Schwankende Energiequelle Wind
- Energiedichte... wieviel kann überhaupt geliefert werden?
- Energiespeicherung ...
- Transportfragen... Leitungen, Netze
- Verluste über viele Verfahrensschritte  
(Gesamtwirkungsgrad)

Diese Grafiken und Tabellen sind zu Unterrichtszwecken und privater Nutzung freigegeben Rolf Schuster



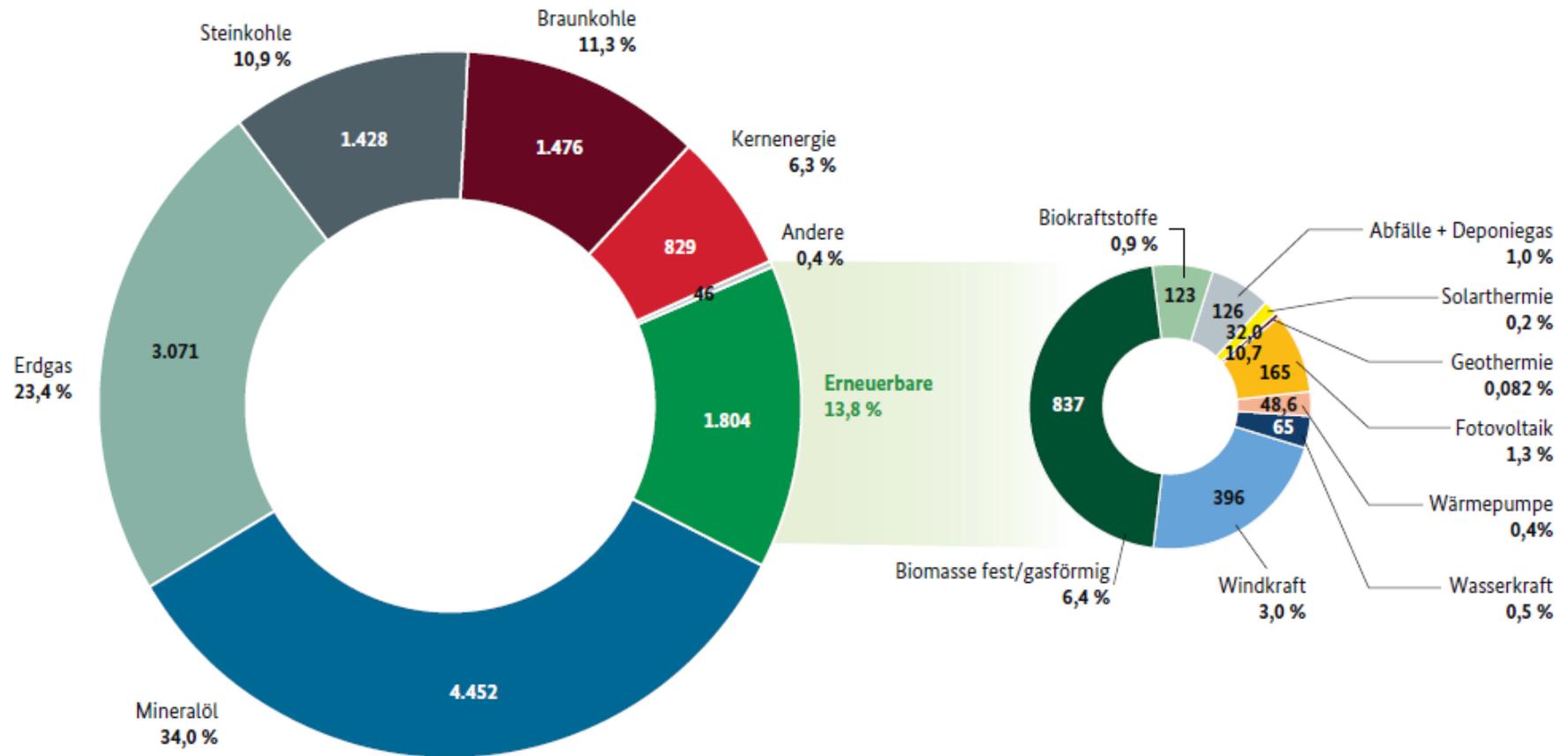
<b>Apr 2021</b>	<b>Load D</b>	<b>Wind</b>	<b>Solar</b>	<b>Wind + Solar</b>	<b>Proz. der Nennleist.</b>
<b>inst. Nennleistung</b>		<b>62.858MW</b>	<b>54.317MW</b>	<b>117.175MW</b>	
<b>Max</b>	<b>75.459MW</b>	<b>40.079MW</b>	<b>36.382MW</b>	<b>51.074MW</b>	<b>43,59%</b>
<b>Mittelwert</b>	<b>55.666MW</b>	<b>13.679MW</b>	<b>7.589MW</b>	<b>21.267MW</b>	<b>18,15%</b>
<b>Min</b>	<b>37.783MW</b>	<b>458MW</b>	<b>0MW</b>	<b>1.612MW</b>	<b>1,38%</b>
<b>Summe Monat</b>	<b>40.080GWh</b>	<b>9.849GWh</b>	<b>5.464GWh</b>	<b>15.312GWh</b>	<b>18,15%</b>

## Darstellung bei einer Verdreifachung der Nennleistung von Wind und Solar





### 3. Primärenergieverbrauch in Deutschland 2018 (13.106 PJ\*)



\* vorläufig

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Stand: August 2019, Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

Aus: BMWi\_energie-daten-gesamt-pdf-grafiken\_2019, Abb. 3

# Energieverbrauch

Gesamten Energieverbrauch, einschließlich Verkehr und Stahlverhüttung mit Wasserstoff, durch Windstrom elektrifizieren :

→ dem Wind Leistungen im Gigawattbereich (1 Gigawatt = 1 Million Kilowatt = 1 Milliarde Watt) entnehmen. Diese enormen Belastungen sind alles andere als klimaneutral  
... Physik: Energieerhaltungssatz!

Wirkungsgrad

Die Differenz zu 100% ist der Verlust

... und der geht im Zweifelsfall als Wärme in die Umwelt.

Z.B. Windstrom über Wasserstoff bis zum km auf der Strasse bei PKW: Verlust ca. 80%

... Noch Fragen???

# Optik, Ästhetik und die Gesundheit

## Schöner wär's ...

- Landschaftsbild
- Denkmalschutz

## Schlagschatten und die Gesundheit

- Leben unterm Stroboskop – Licht an, Licht aus  
... eine ganz besondere Herausforderung für Epileptiker  
und nicht nur die...

# Schall & Lärm

## Begriffe der Schallerei

– nur ein paar aus der Kiste

- Schalldruck, Schall(druck)pegel, Lautstärkepegel
- Impuls ... (m/sec)/sec
- Resonanzen
- Hörbarer Schall, Ultraschall, Infraschall ... was ist das?

## Messen in

- Gasen, z.B. Luft
- Flüssigkeiten, z.B. Wasser
- Feststoffen, z.B. Fels, Mauerwerk
- Gemischen und Gemengen, z.B. Erdreich, Moore...

## Schallgrößen

- Schallauslenkung  $\xi$
- Schalldruck  $p$
- Schalldruckpegel  $L_p$
- Schallenergiedichte  $E$
- Schallenergie  $W$
- Schallfluss  $q$
- Schallgeschwindigkeit  $c_s$
- Schallimpedanz  $Z$
- Schallintensität  $I$
- Schalleistung  $P_{ak}$
- Schallschnelle  $v$
- Schallschnelleamplitude  $v$
- Schallstrahlungsdruck
- Lautstärkepegel  
( $\rightarrow$  Psychoakustik...  
Lautheit)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Schalldruck>

<http://www.sengpielaudio.com/calculator-soundlevel.htm>

<https://blog.teufel.de/was-ist-eigentlich-db/>

[https://de.wikipedia.org/wiki/Phon\\_\(Einheit\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Phon_(Einheit))

# Resonanzen – Akustik, Mechanik

Bei ständigem Impuls, z.B.:

... etwas schaukelt sich auf... → Kinderschaukel

... Soldaten, die im Gleichschritt über eine Brücke laufen,  
können diese Brücke zum Einsturz bringen!

Merke: Bei Schall aus mehreren Quellen können sich die  
Schallintensitäten addieren!

... z.B. Luft-, Boden- und Körperschall

<https://de.wikipedia.org/wiki/Impuls>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Resonanz#Akustik>

<http://www.sengpielaudio.com/StehendeWellen.htm>

<http://www.sengpielaudio.com/Rechner-raum-moden.htm>

<https://trikustik.at/raummoden-rechner/>

## Zum Vergleich

statischer Luftdruck auf Meereshöhe: ca. 100 kPa

Schallquelle und Situation (Entfernung)	Schalldruck $\bar{p}$ (Effektivwert) (in Pascal)	Schalldruck- pegel $L_p$ dB re 20 $\mu$ Pa
M1 Garand-Gewehr (1 m)	5000	168
Strahlflugzeug (30 m)	600	150
Schmerzschwelle	100	134
Gehörschäden bei kurzfristiger Einwirkung	20	ab 120
Strahlflugzeug (100 m)	6 ... 200	110 ... 140
Presslufthammer (1 m); Diskothek	2	100
Gehörschäden bei langfristiger Einwirkung mehr als 8 Stunden täglich	0,6	ab 90
Hauptverkehrsstraße (10 m)	0,2 ... 0,6	80 ... 90
Pkw (10 m)	0,02 ... 0,2	60 ... 80
Fernseher in Zimmerlautstärke (1 m)	0,02	ca. 60
normale Unterhaltung (1 m)	2 ... 6·10 <sup>-3</sup>	40 ... 50
sehr ruhiges Zimmer	2 ... 6·10 <sup>-4</sup>	20 ... 30
Blätterrauschen, ruhiges Atmen	6·10 <sup>-5</sup>	10
Hörschwelle bei 1 kHz	2·10 <sup>-5</sup>	0

Schalldruck  $\bar{p}$   
(Effektivwert)  
(in Pascal)

Schalldruck-  
pegel  $L_p$   
dB re 20  $\mu$ Pa

20 → 120

2 → 100

0,6 → 90

0,2 → 80

0,02 → 60

0,006 → 50

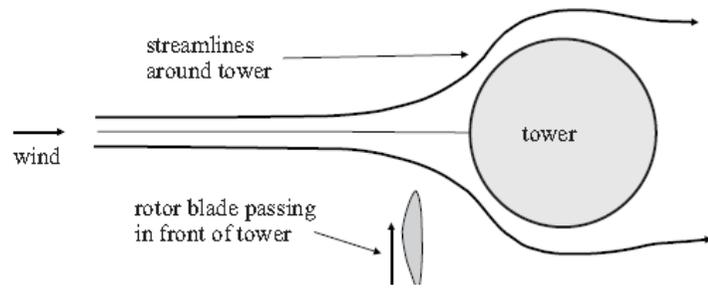
0,002 → 40

0,0006 → 30

0,0002 → 20

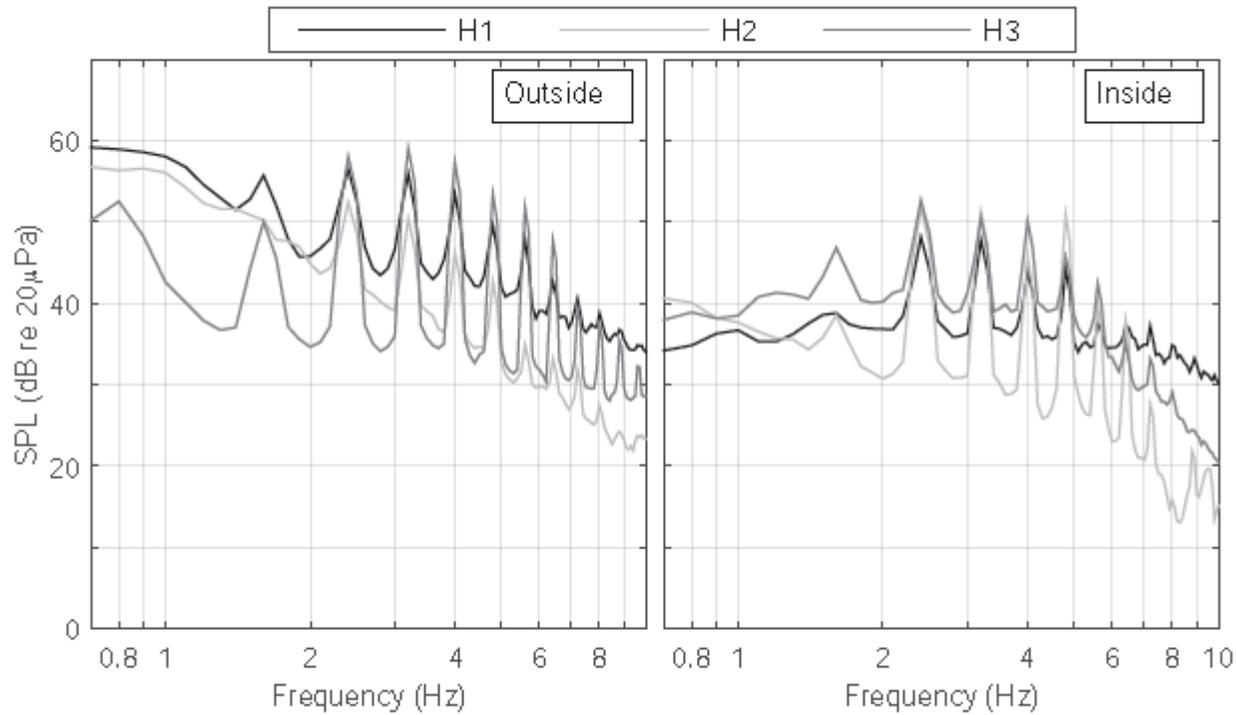
0,00006 → 10

0,000002 → 0



Entfernung zum Messpunkt, ca.:	
H1	3 km
H2	9 km
H3	2,5 km

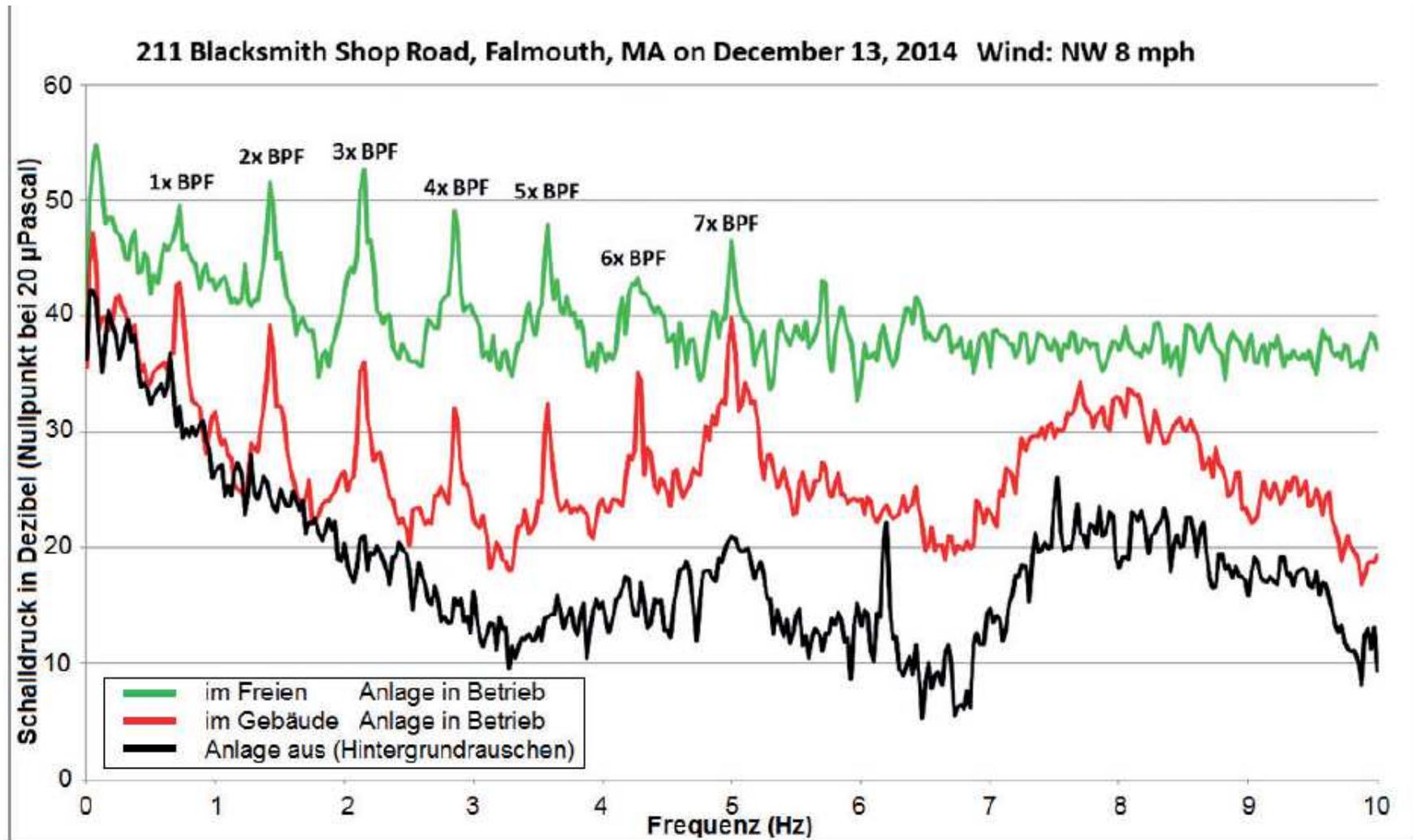
12



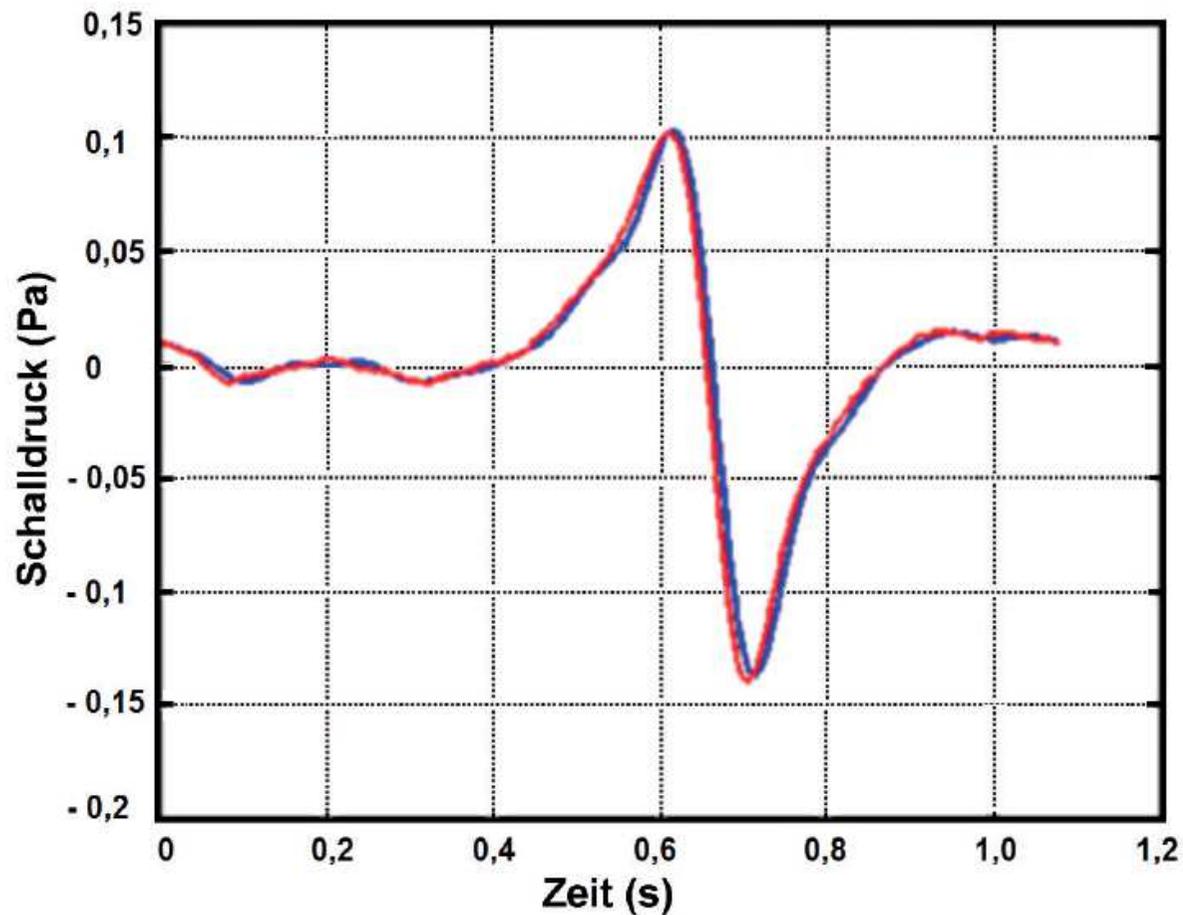
**Fig. 8** Measured infrasound



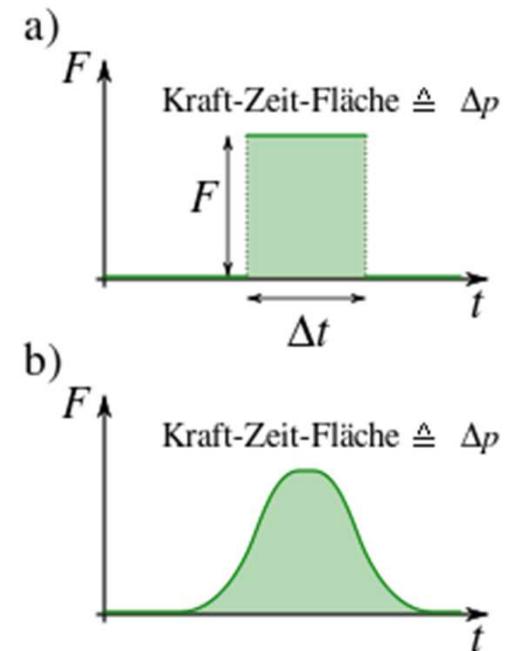
# Frequenzspitzen von Windrädern unter 10 Hz



# Typischer Infraschall Puls eines Windrades ... Passieren des Blattes am Turm ... sog. Flügelharmonische

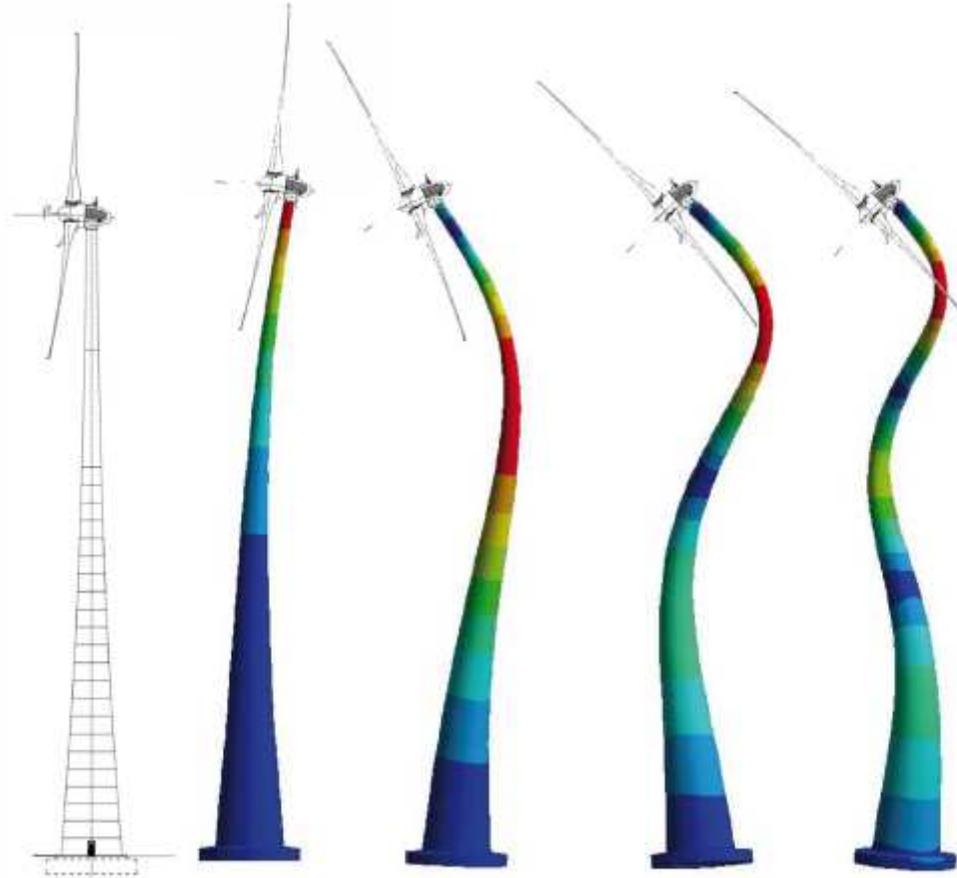


## klassische Impulsformen



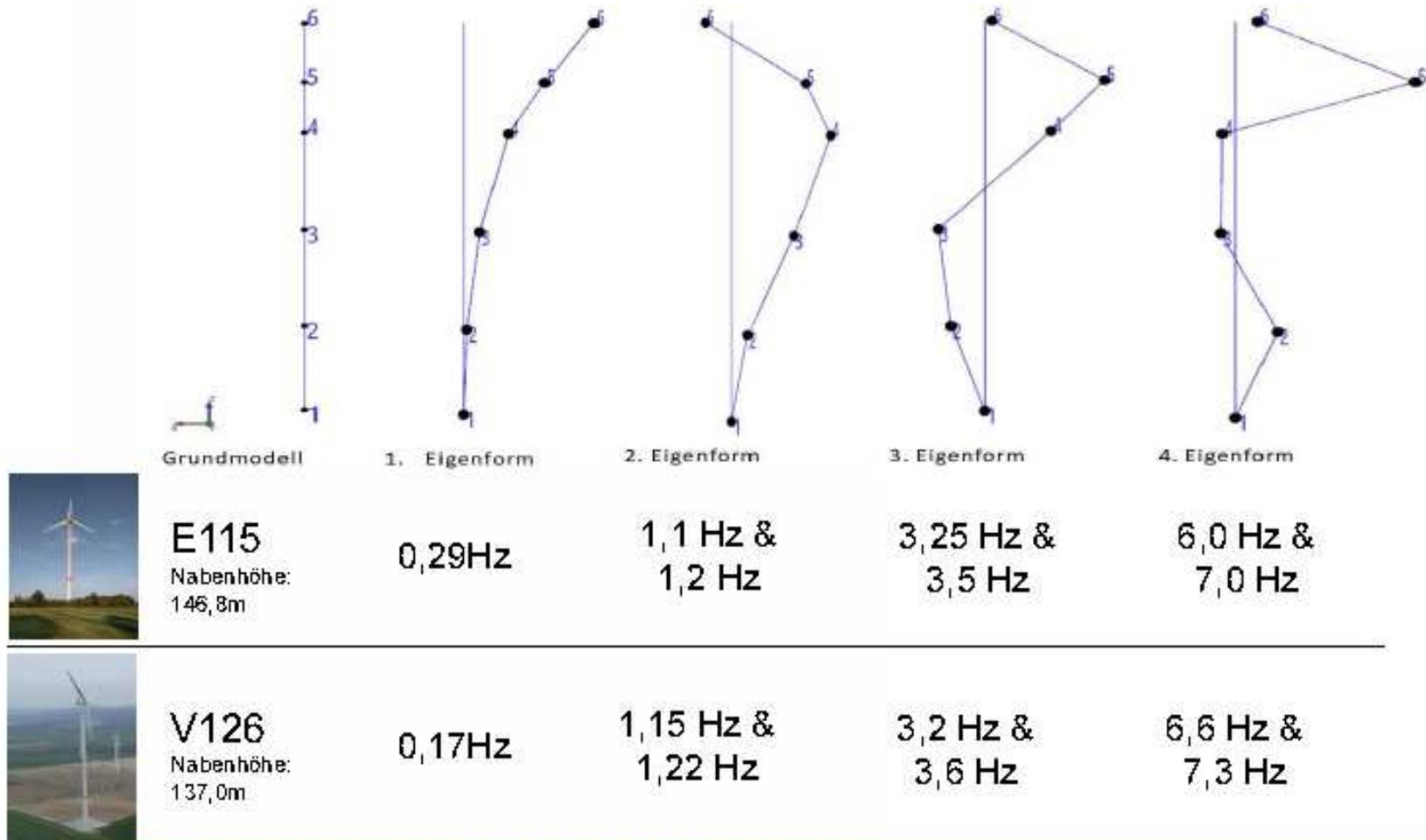
# ***Eigenfrequenz Türme und Körperschall Windräder***

***... aus einer laufenden EU-Studie***



<https://www.vernunftkraft-odenwald.de/wp-content/uploads/2020/12/Eigenfrequenz-Tuerme-und-Koerperschall-WKEA.pdf>

## Messtechnisch ermittelte Modalformen einer Anlage mit und ohne Getriebe



# - (Infra-) Schall und die Gesundheit

- Alles nur Einbildung? – Ganz sicher nicht!
- Empfindungen
  - Ohr ... Innenohr
  - Innere Organe
  - Nicht direkt wahrnehmbare
  - Psyche ... Psychoakustik („Lautheit“)
- Erkrankungen
  - Symptome
    - ... und was passiert organisch und zellulär
  - Recht in der BRD und der EU... WHO
  - Therapie?

Siehe z.B.:

[http://www.eggbi.eu/fileadmin/EGGBI/PDF/Gesundheitsrisiko\\_Schall.pdf](http://www.eggbi.eu/fileadmin/EGGBI/PDF/Gesundheitsrisiko_Schall.pdf)

# Wir hören Infraschall nicht, aber unser Körper kann ihn fühlen.

Aus medizinischer Sicht treten durch dauerhaften Infraschall u.a. folgende Veränderungen im menschlichen Körper auf:

- Veränderungen der Hirnströme im EEG
- Herabsetzung der Atemfrequenz
- Verminderung des Sauerstoffpartialdrucks im Blut
- Erhöhung des Blutdrucks
- Vergrößerungen der Erythrozyten (rote Blutkörperchen)
- Durchblutungsstörungen
- Veränderung der nächtlichen Hormonausschüttung der Nebennierenrinde (Cortisol Ausschüttung)

- Ohrdruck
- Tinnitus
- Schwindel
- Übelkeit ... „Seekrankheit“
- Schlafstörungen
- Unsicherheits- und Angstgefühle
- Erschöpfung
- Morgenmüdigkeit

Weiteres z.B. bei [Gesundheitsrisiko Schall - "Gesundes" Bauen](#)  
[EGGBI](#) Neuester Bericht: 21.4.2021

<https://www.eggbi.eu> , [http://www.eggbi.eu/fileadmin/EGGBI/PDF/Gesundheitsrisiko\\_Schall.pdf](http://www.eggbi.eu/fileadmin/EGGBI/PDF/Gesundheitsrisiko_Schall.pdf)

***Hunderte internationale Publikationen in über 20 Jahren***

# Unbemerkt erkranken!



Noxen ohne Wahrnehmungschwelle

Abb. 9 - Dr. Stiller, AEFIS



„Oft ziehen die Menschen in den Keller, um sich zu schützen, wenn die Zusammenhänge erkannt werden. Allerdings bieten Wände leider keinen Schutz. Oft sind die Patienten hilflos ausgeliefert.

Gerade Neugeborene, Kinder, Schwangere und ältere Patienten sind besonders betroffen.

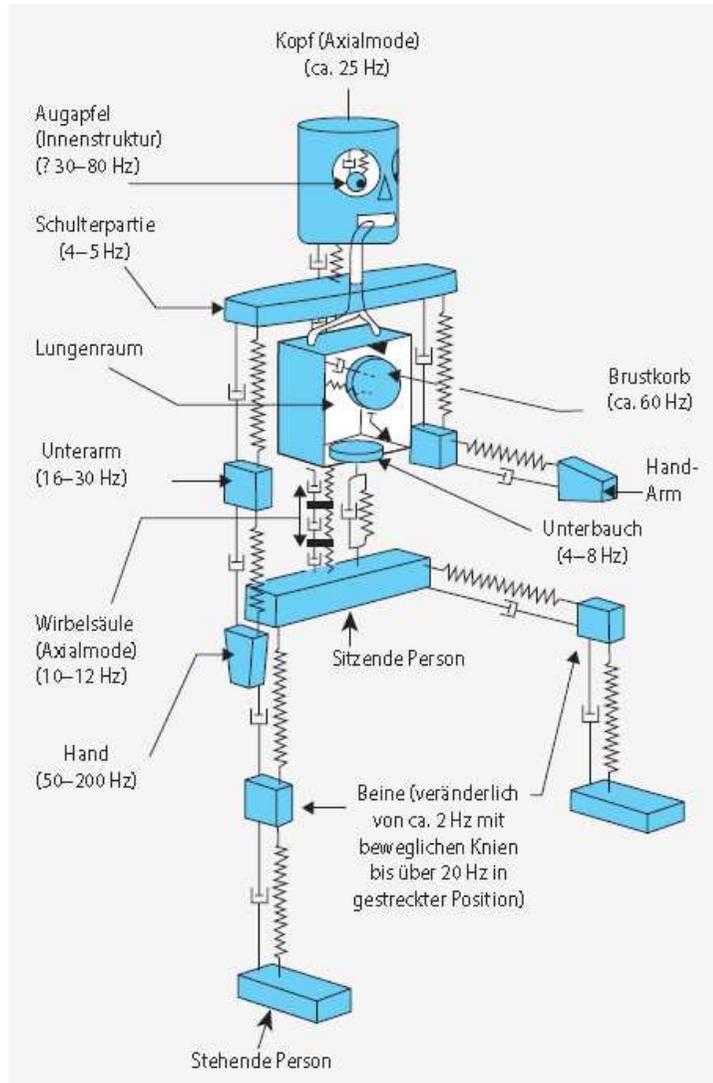
Auch Vorerkrankungen vermindern die Resistenz gegen diese physikalischen Phänomene.

Insgesamt sind 15 - 30 % der Menschen betroffen.“

Aus: <https://jimdo-storage.global.ssl.fastly.net/file/c0a3ccaf-f9e0-438c-9778-4b0b873ba130/Schmucker-Infraschall.pdf>

# Aus dem Kompendium der Flugmedizin 2002

## - Der menschliches Körper als mechanisches System -



Ein System aus  
Masse-Feder-Teilsystemen

Schallereignisse und Vibrationen führen

bei 1 – 3 Hz zu Atemnot

bei 4 – 9 Hz zu allgemeinem Unwohlsein

bei 4 – 10 Hz zu erschwerter Atmung

bei 4 – 12 Hz zu Rückenschmerzen

bei 13 – 20 Hz zu Muskelverspannungen,  
Kopfschmerzen, Sprachbeeinflussung

S.a. RKI: DOI 10.1007/s00103-007-0407-3

# Langzeiteffekte durch Lärm von Windrädern

„Danish Nurses Cohort Study“, publ. 2019,  
28,731 Probandinnen, 11 Jahre

“Nurses exposed to wind turbine noise levels  $\geq 20$  dB, compared to  $< 20$  dB at night had a 30% higher risk of AF  
Relatively few nurses were exposed to wind turbine noise:  
13% lived within a 6,000 m radius of a wind turbine  
and 5% of all nurses were exposed to levels  $> 25$  dB”

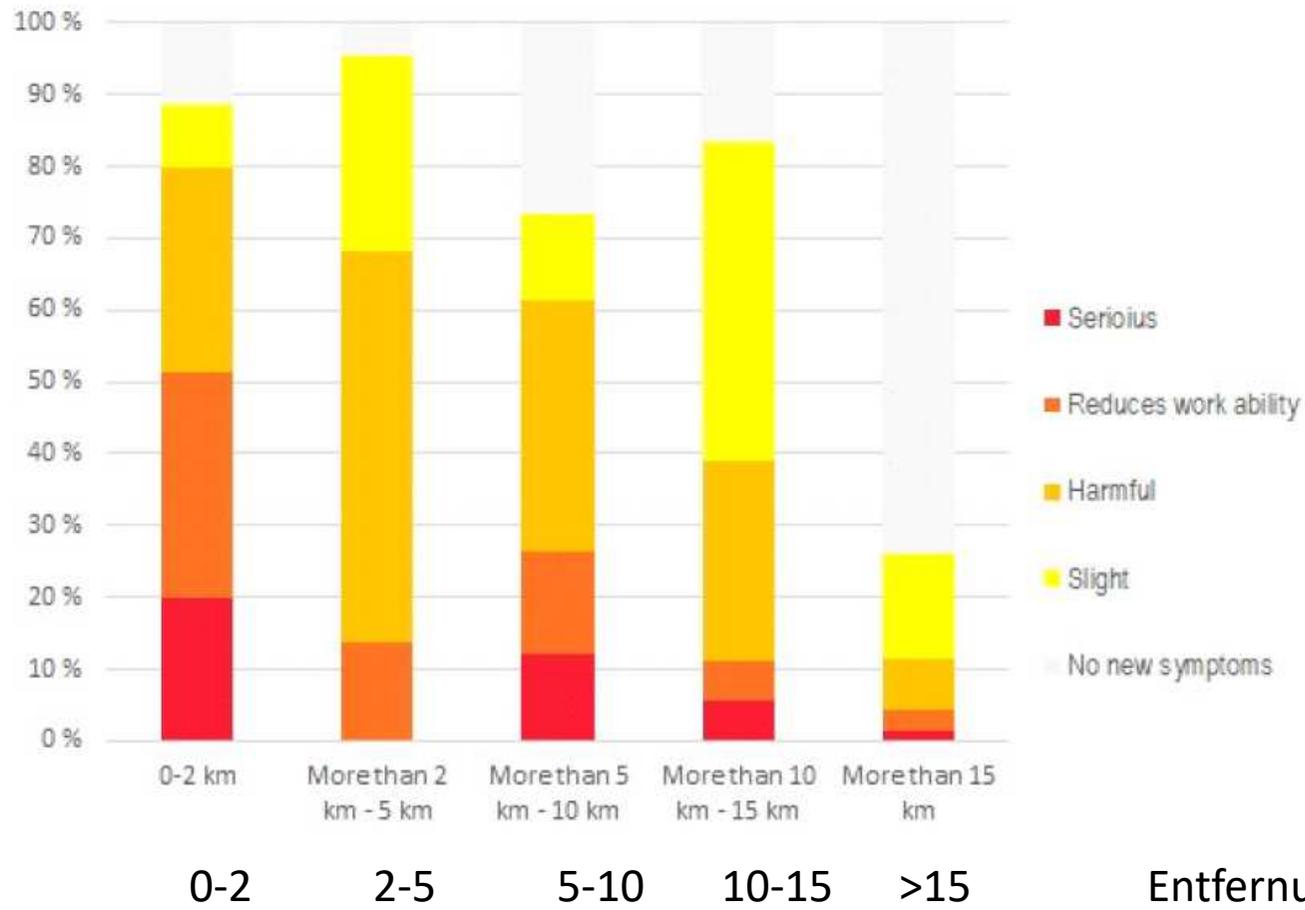
**-Häufigeres Vorhofflimmern bei 1430 (30%) Krankenschwestern,  
die 11 Jahre im Umkreis von 6 km von Windrädern lebten \***

• <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.104915>

• <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412019308852?via%3Dihub>

## Durch Infraschall verursachte Gesundheitsschäden

SYTeV, Januar 2019



- Schwerwiegend
- Arbeitsfähigkeit eingeschränkt
- Schädlich
- Leicht
- Symptomlos

Abb .  
Symptome in Abhängigkeit vom Abstand zu den Windrädern.

# Hausaufgaben für das Gesundheitswesen

... Krankenkassen & Gesundheitspolitik

Korrelation zwischen

- typischen gesundheitlichen Problemen

und

- Windrad Häufigkeit

in Abhängigkeit zum Abstand von Wohnort, Arbeit, Schule...

Daten dazu sind vorhanden – man muss es nur anpacken (wollen)!

bei begründeten Verdacht (Zusatz V)

- **ICD-10-GM-2019 – T75.2 Schlüssel „Erkrankung durch Vibrationen und Infraschall und Schwindel durch Infraschall“ ansetzen.**

**Durch die Berufsgenossenschaft anerkannte Schwindelerkrankung T 75.2 nach ICD-Klassifikation (ICD-10-GM2010), die Diagnose der Erkrankung “Schwindel durch Infraschall” kann durch Ihre behandelnden Ärzte unter dieser Ziffer abgerechnet werden.**

(Bisher wurde dieser Schlüssel meist in der Flugmedizin und den Berufsgenossenschaften verwendet, ist aber auch im kassenärztlich niedergelassenen Bereich ansetzbar)

**Auf EU-Ebene für schwangere Arbeitnehmerinnen**

**Richtlinie 89/391/EWG zu tieffrequentem Schall und Vibrationen**

<https://www.dsgs-info.de/schall/schwangere-kinder/>

## „Hinweis:

In Portugal wird die Vibrationsakustische Erkrankung (Vibro Acoustic Disease, VAD) seit Anfang der 80er Jahre von Prof. Dr. Mariana Alves-Pereira und Dr. Nuno Castelo Branco erforscht und untersucht ... dort ist VAD schon seit Anfang der 2000er als Berufserkrankung anerkannt.

Unsere Schwindel und anderen WTS-Erkrankungen\* mit Auswirkungen auf Blutdruck, Herzrhythmus und Innenohr, sowie die VAD-Symptome, sichtbar als Geschwüre in Schleimhäuten und Venenerkrankungen werden bereits seit 2010/2011 von unseren behandelnden Ärzten als WTS und VAD diagnostiziert.“

Video zum ersten internationalen Symposium "The Global Wind Industry & Adverse Health Effects"

\* „Sentenced to Illness“ <https://www.youtube.com/watch?v=RiQ3EVhGriA>

<https://www.windwahn.com/2014/06/08/dr-johannes-mayer-auswirkungen-von-windraedern-auf-die-gesundheit/>

# Natur & Naturschutz

... leiden

## Flora und Fauna

- Lebewesen – ... Pflanzen, Tiere, Mensch
  - ... werden geschädigt
- Artenvielfalt
  - ... wird reduziert
- (Nah-) Erholungsgebiete
  - ... werden entwertet
- Rechtslagen
  - ... immer wieder kollidiert EU-Recht mit hinterher hinkendem nationalen Recht

Grüne: "Einfamilienhäuser sind zu flächenintensiv!"





# Windräder

- Nachhaltigkeit? Gut für's Klima und den Planeten?  
Denkste!

## Nachhaltige Energieversorgung? Emissionsfrei?

- Rohstoffe
- Herstellung
- Lebensdauer
- Entsorgung

## Energieentnahme aus der Umwelt und die Folgen

- Windräder bremsen den Wind – und was dann?  
→ Erwärmung und Trockenheit

# „Windräder bremsen den Wind“,

führen zu Verwirbelungen bis in die Troposphäre  
und behindern die Zufuhr von kühler und feuchter Luft

Literatur z.B.:

- Zhou et al., Nature Climate Change, 2012 \*

Lokale Temperaturerhöhung bei Windparks  
bis zu 0,72 Grad C pro Jahrzehnt

- Harvard Forscher Miller & Keith, Joule, 2018:

Windparks erhöhen die lokalen Temperaturen um 0,54 Grad C \*\*

- Miller, Physics Today, 2020 \*\*\*

...“Farmers have been exploiting the effect for decades...”

\* <https://doi.org/10.1038/nclimate1505>

\*\* <https://doi.org/10.1016/j.joule.2018.09.009>

\*\*\* <https://doi.org/10.1063/PT.3.4553>

## → Wertminderung von Immobilien durch Windräder

- Ist hinreichend belegt \*
- Geht bis zum Totalverlust = Unverkäuflichkeit!
- In der BRD keine Entschädigungsregelung!!!

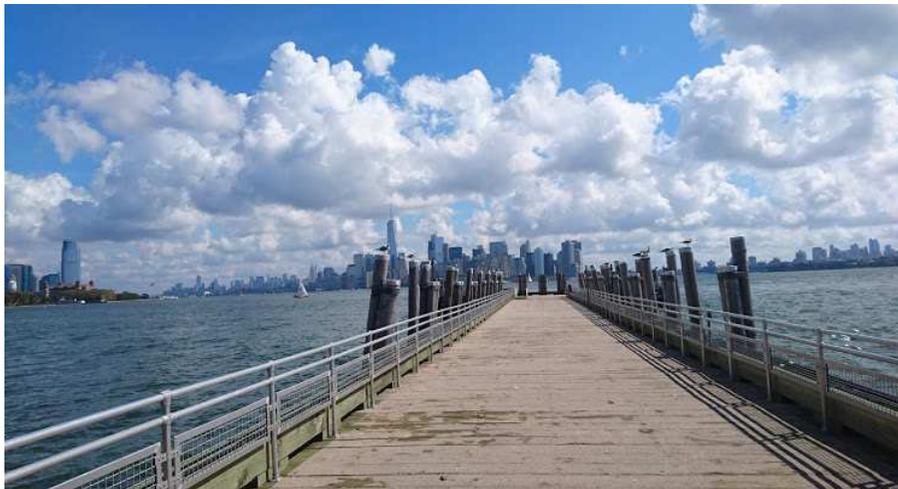
\* z.B.: Das [RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung](https://www.rwi-essen.de/presse/mitteilung/342/)  
<https://www.rwi-essen.de/presse/mitteilung/342/>



**... beim Lenken  
immer  
Acht geben und  
mit Gefühl  
und**



**die Richtung sollte stimmen...**



**Sonst →**



# Anhang:

## Betroffenen Videos

Schon 2010: Video zum ersten internationalen Symposium "The Global Wind Industry & Adverse Health Effects"

\* „Sentenced to Illness“ <https://www.youtube.com/watch?v=RiQ3EVhGriA>

Von den Videos sind über 40 bei YouTube zu erreichen: <https://www.youtube.com/channel/UCkoHNBKOOoDUQmkHzA0ox86w>  
"Windradschall-Betroffene von H&S Kaula".

Einzelne sind jeweils direkt über Windwahn (z.B. Anja Hollenhorst) und Vernunftkraft (u.a. Zusammenschnitte von Videos und der, der zum Schlafen in die Gartenhütte geht) eingestellt:

- <https://www.windwahn.com/2021/04/09/stillegung-wea-bei-muenster-verursachte-gesundheitsschaeden-und-entlassungen/>  
und das Video mit folgendem Link: <https://youtu.be/sD1AgMq97oE> ... 11,36 Minuten lang

- VK-Hessen: "Lauf um dein Leben", <https://youtu.be/NrNh4NUC56M> ... 12,13 Minuten lang, ist ein Zusammenschnitt von Betroffenen Videos mit weiteren erklärenden Einlagen

Kurze Einführung in das komplexe Infraschallproblem mit Beispielen, Studien, Schlussfolgerungen...

Bei YouTube sind zu dem Erklär-/Zusammenschnitt-Video, <https://www.youtube.com/watch?v=NrNh4NUC56M&t=307s>, weitere, wie z.B.

... "Leben in Borcheln und 600 Windrädern, <https://www.youtube.com/watch?v=bRLMHOV2zcl>, 6:43 Minuten

... "Krank seit Windpark errichtet wurde", <https://www.youtube.com/watch?v=Y7Cg5j0YLOI>, 7:40 Minuten

... Nach Repowering Arbeiten und Schlafen kaum möglich", <https://www.youtube.com/watch?v=uTL12aZfzCw>, 9:43 Minuten

- Unter <https://www.vernunftkraft.de/infraschall/> das Video "Zum Schlafen ab in die Gartenhütte: Windkraft schlägt zu", <https://youtu.be/4Yv-hSSPE-Y>, 10:16 Minuten

... darunter weiter verlinkt z.B.:

[https://www.youtube.com/watch?v=AfBtfMKwt4s&feature=emb\\_rel\\_pause](https://www.youtube.com/watch?v=AfBtfMKwt4s&feature=emb_rel_pause), 10:10 Minuten

[https://www.youtube.com/watch?v=97kicyAptFI&feature=emb\\_rel\\_pause](https://www.youtube.com/watch?v=97kicyAptFI&feature=emb_rel_pause), 4:46 Minuten, Münster Fa. Hollenhorst, „Wie man mit dem Bürger umgeht“

# Dezibel und der tropfende Wasserhahn

Ein tropfender Wasserhahn bringt so etwa 20 dB und das kann „nerven“.

Bei einer von der UNESCO geächteten Foltermethode lässt man einer Person mit kahl geschorenem Schädel kontinuierlich Wasser auf den Schädel tropfen. Das führt zum Wahnsinn.

# Das Immunsystem mag keinen Stress!

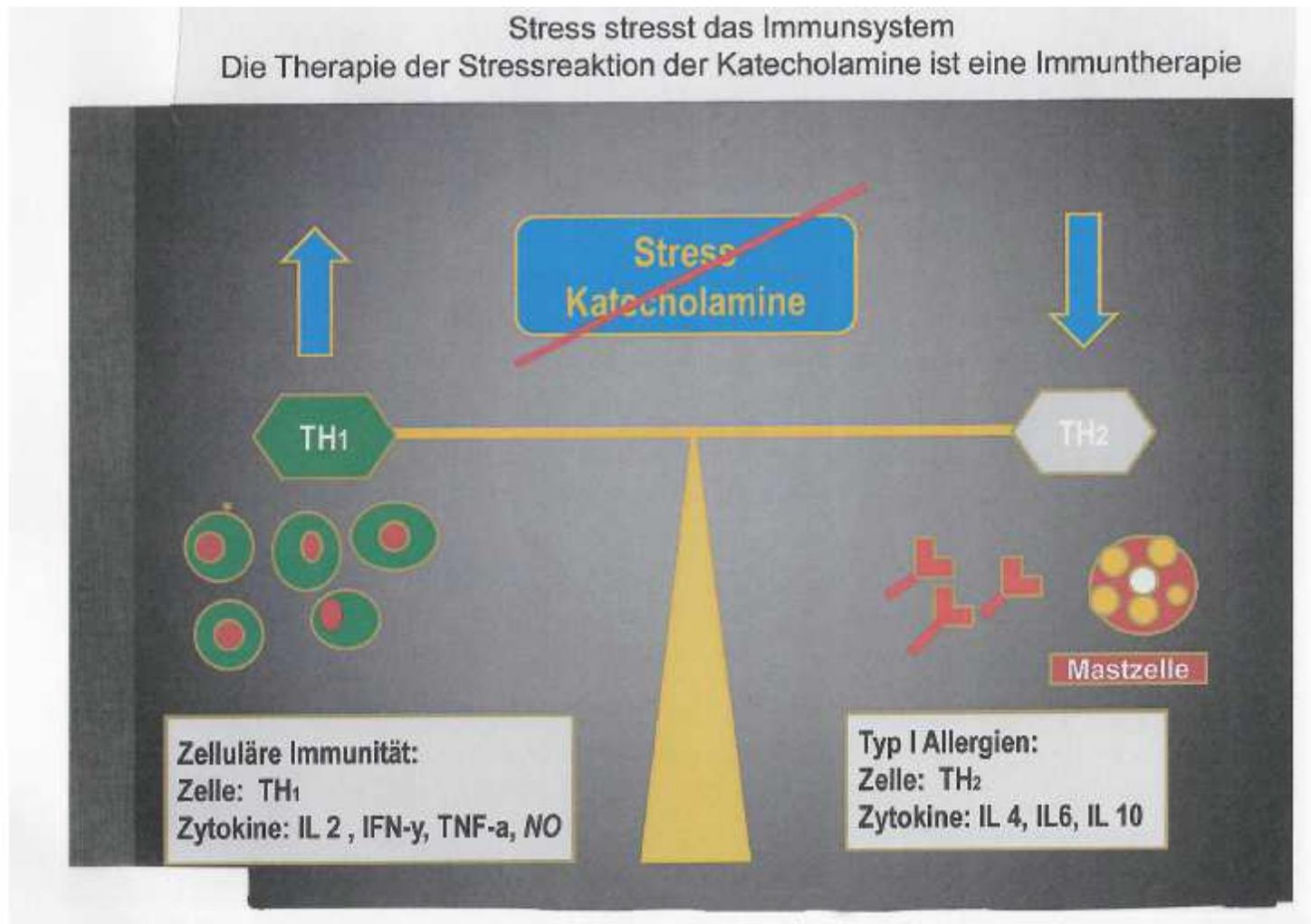
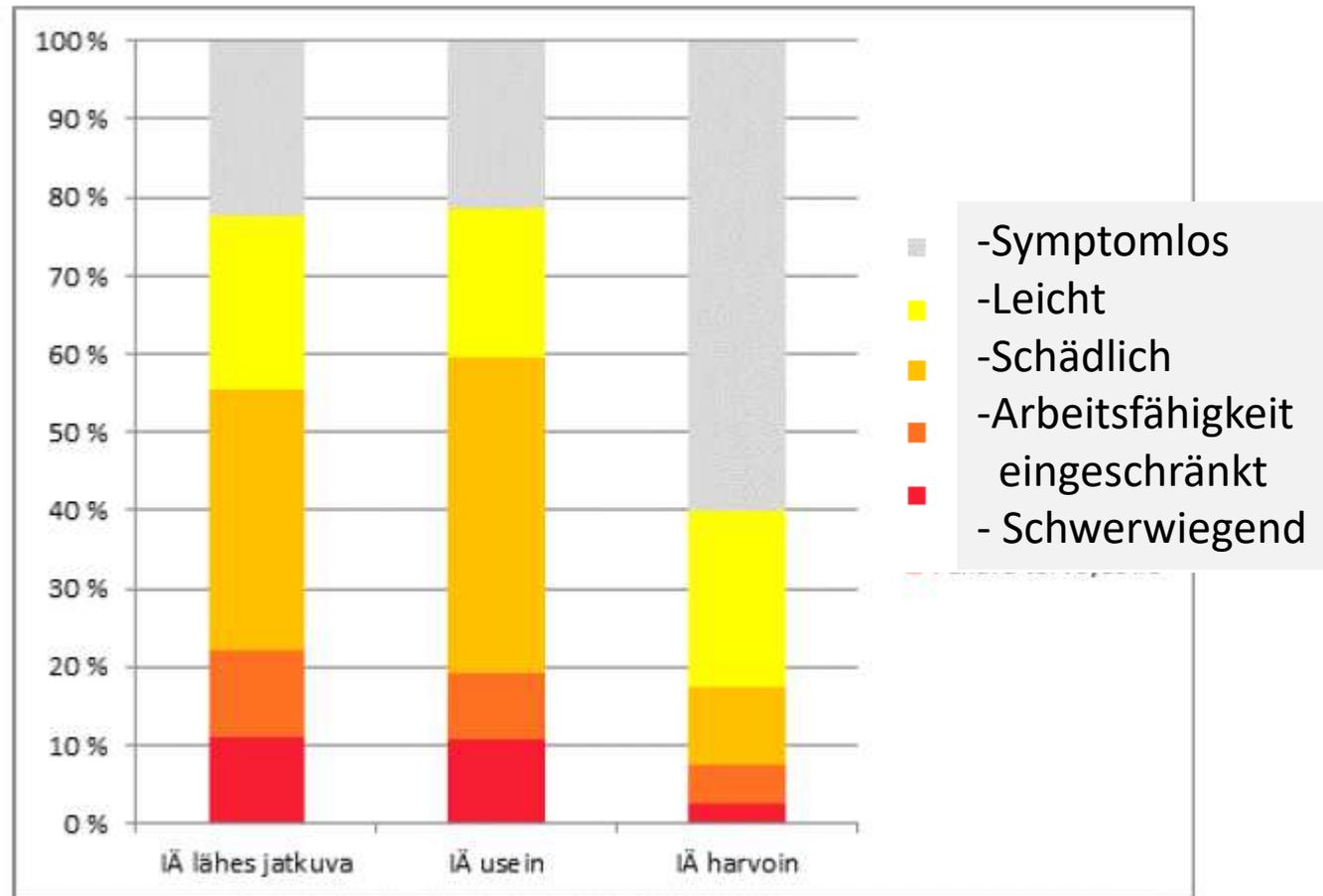


Abb. 7 - Dr. Kurt Müller, EUROPAEM

# Durch Infraschall verursachte Gesundheitsschäden

SYTeV, Januar 2019



Quelle Finnish Environmental Health

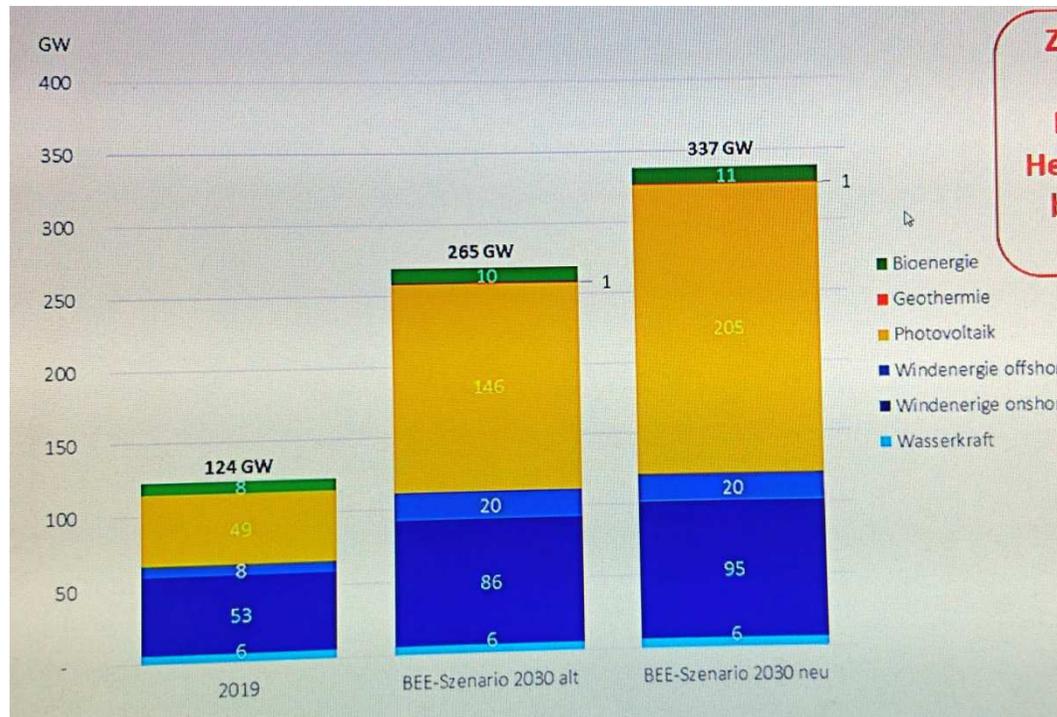
Abb. Symptome bei fast kontinuierlicher oder oft andauernden Infraschall-Exposition -[linke Säule], unter 15 km Entfernung von Windrädern[mittlere Säule] und weiter als 15 km entfernt [rechte Säule]

<https://www.dsgs-info.de/schall/studien---nachweise/finnische-studie-2016/>





# BEE: Installierte Leistung 2030



## Flächenverbrauch

**AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN**

**Zum Flächenbedarf:  
Wind: 6ha/MW  
Bei 95 GW 570.000  
Hektar oder 5.700 qkm  
bzw. rund 1,6 % der  
Landesfläche.**

**ZDF, Markus Lanz; 6.5.2021**

**Herr Merz:**

*Der Ausbau der Erneuerbaren Energien muss verzehnfacht werden.*

*Schauen wir uns mal die Zahlen an (Deutschland 2020)*

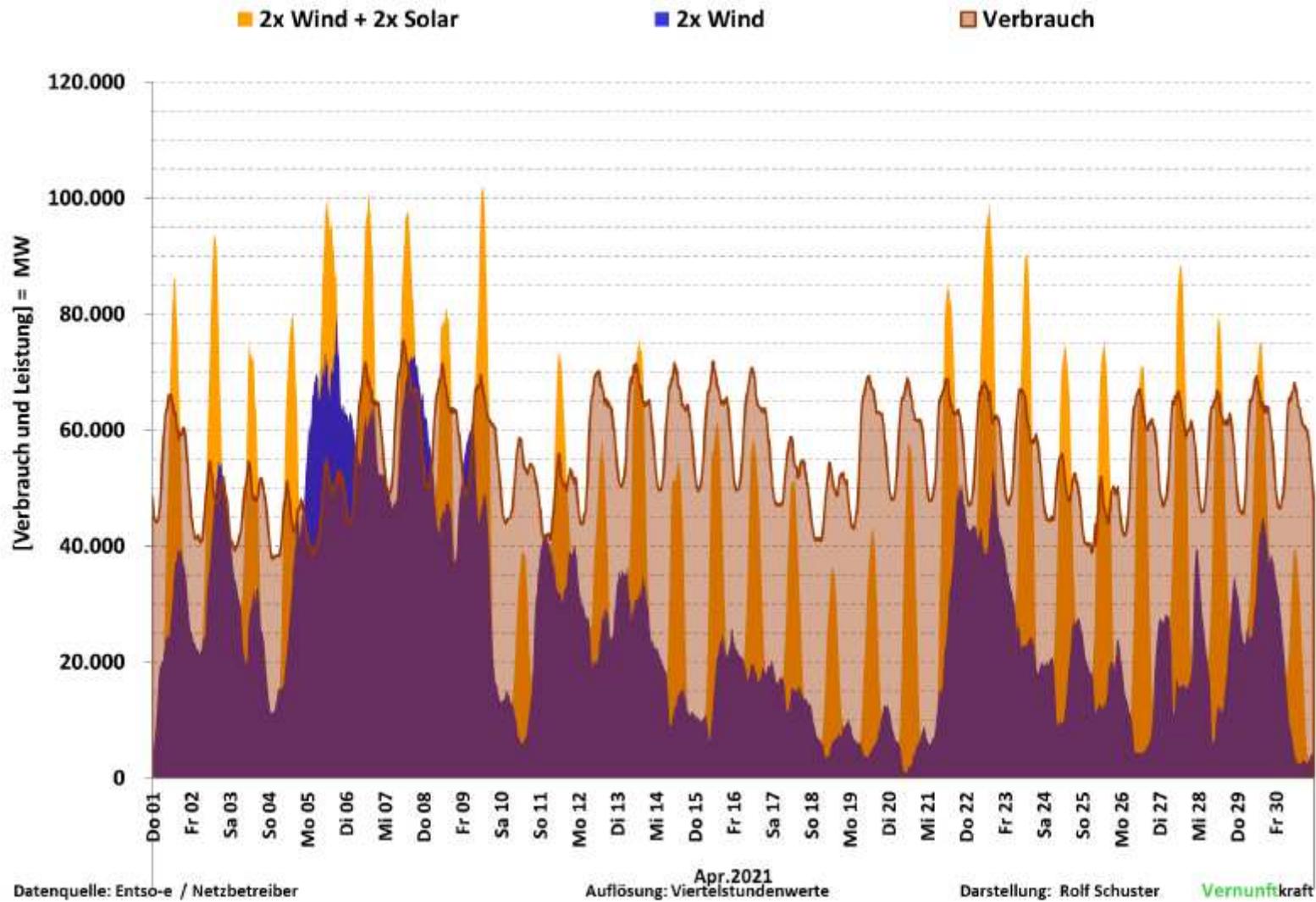
**Daten**

<i>Primärenergieverbrauch</i>	<i>12.800 PJ</i>	<i>das entspricht</i>	<i>4.600 TWh</i>
<i>Endenergieverbrauch</i>	<i>9.100 PJ</i>	<i>das entspricht</i>	<b><i>2.530 TWh</i></b>
<i>Energieerzeugung mit Sonne /Wind</i>			<b><i>160 TWh</i></b>
<i>Energieerzeugung EE-Anlagen</i>			<i>233 TWh</i>
<i>Stromverbrauch</i>			<i>550 TWh</i>

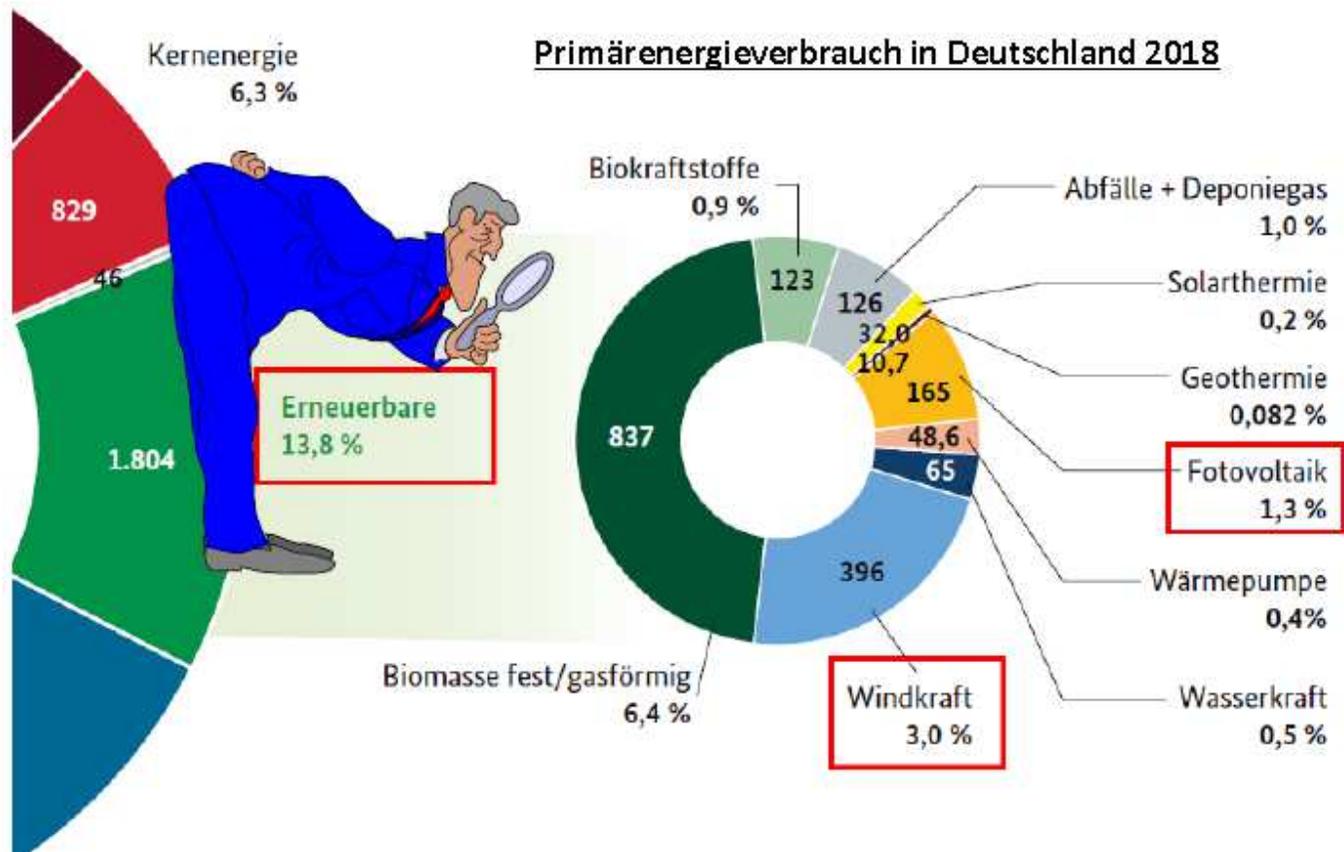
*(In der Primärenergie sind auch die Wirkungsgradverluste enthalten, die Endenergie ist Primärenergie ohne Wirkungsgradverluste)...*

*Die Aussagen von Herrn Merz kommen der Sache schon viel näher, wenn er sagt, dass die Erneuerbaren Energien um den Faktor 10 ausgebaut werden müssen ...*

## Darstellung bei einer Verdopplung der Nennleistung von Wind und Solar (Ziel 2030?)



# BRD 2018 - so wenig kommt von der Windkraft



Anteil der BRD  
Am weltweiten CO2  
Ausstoß:  
ca. 2 %

Anteil von ca. 30.000  
Windrädern  
an der gesamten  
Primärenergie-  
Produktion  
ca. 3 %



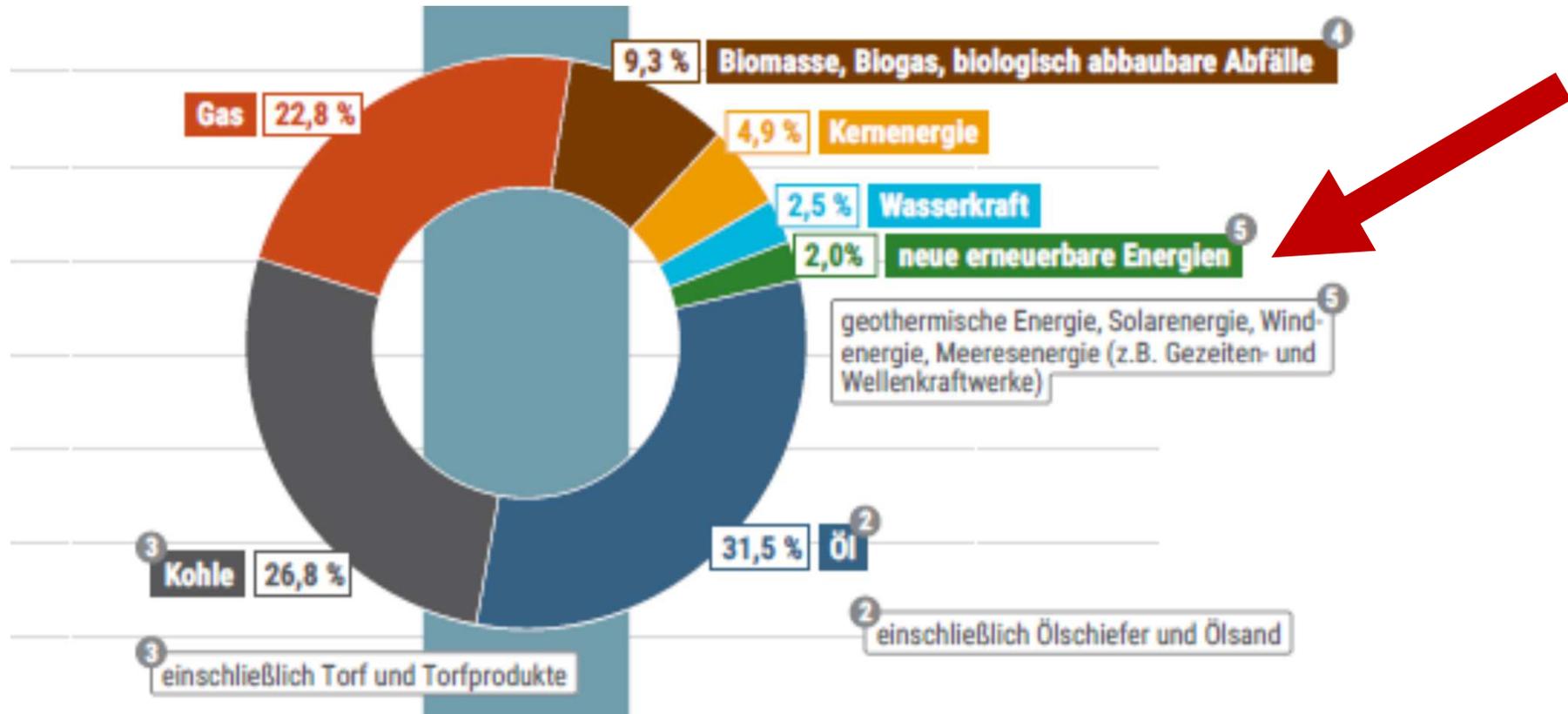
2% x 3% = 0,06%  
ist der Anteil der  
30.000

Windräder an der  
„Welt-  
Klimarettung“  
und mehr nicht.

Aus: BMWi\_energiedaten-gesamt-pdf-grafiken\_2019, Abb. 3

# Der Ausschnitt 2018 - Weltweit

(neueste Daten vom Oktober 2020)



Quelle: IEA World Energy Balances database © OECD/IEA 2020, [www.iea.org/statistics](http://www.iea.org/statistics); International Energy Agency (IEA): Key World Energy Statistics © OECD/IEA 2008  
Bundeszentrale für politische Bildung 2020 | [www.bpb.de](http://www.bpb.de)

# Energieerhaltungssatz:

Energie welche der Atmosphäre im Rotorkreis entzogen wird, wird umgewandelt in Wärme, Schall und Strom.

Wird aber der Atmosphäre entzogen, Auswirkungen in der Peplos Sphäre nicht untersucht.

Die Luft wird komprimiert (→ Erwärmung) , expandiert (→ Abkühlung),

danach:

Luftströmung nicht mehr laminar sondern turbulent

## Wirbelschleppen

führen zu gerichteten Druckwellen

z.B. Startender Jet in Frankfurt

holte noch in 6 km Entfernung Dachziegel vom Dach

[English version](#)  

• **Umrechnen von Schallgrößen (Pegel)** •  
Schalldruckpegel  $L_p$  SPL in Schalldruck  $p$  und Schallintensität

*I*

Schalldruck in Schallpegel, Schallintensität in Schallintensitätspegel

Umrechnung von Dezibel (dB) in Pascal (Pa) oder Watt pro Quadratmeter

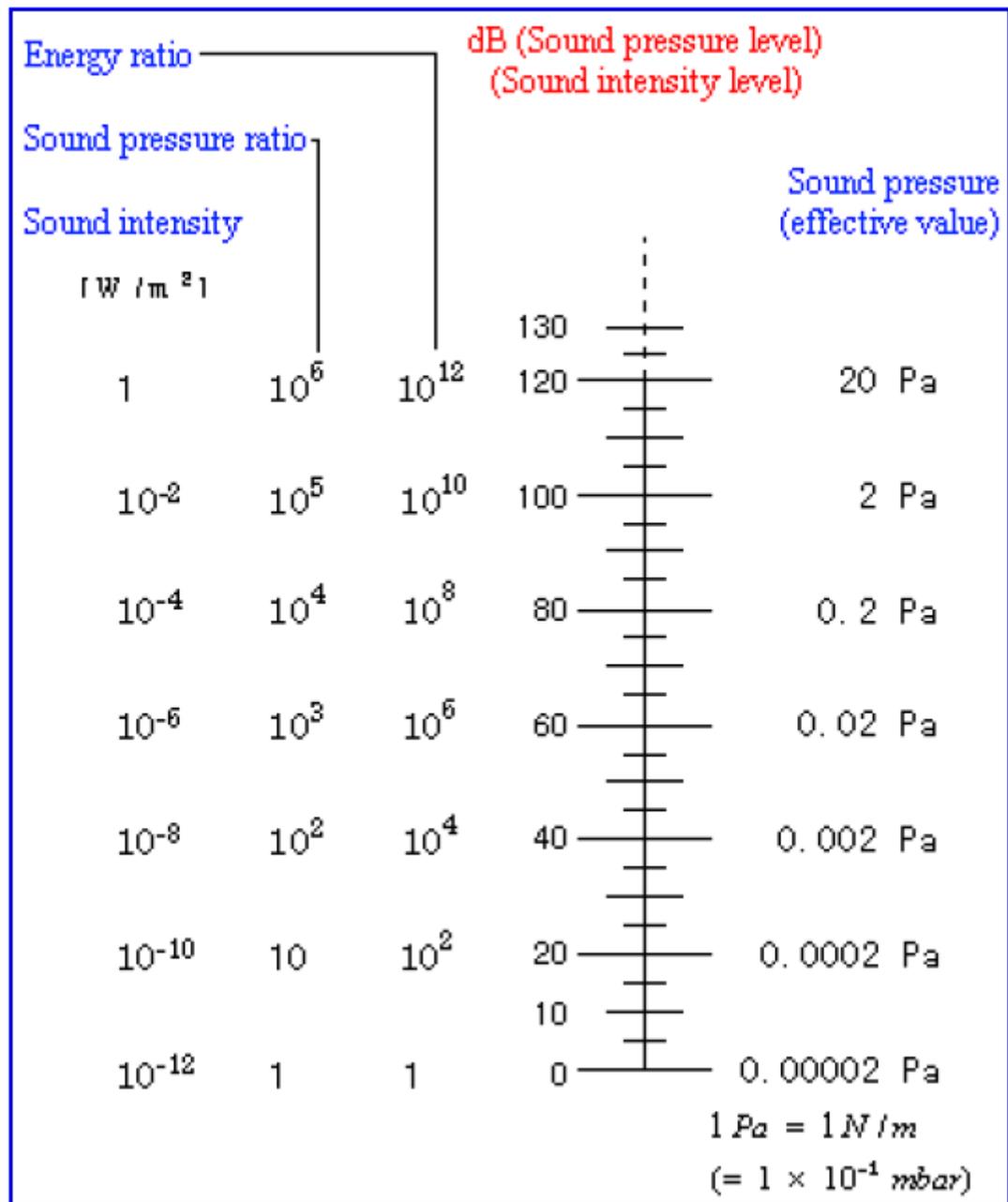
- [Umrechnen von Spannung In Spannungspiegel](#)
- [Umrechnen von Faktor, Gain oder Verhältnis In Pegelwert](#)
- [Umrechnung von Schalleistungspegel In Schalldruckpegel](#)

Schallpegel $L_p$ (SPL) <input style="width: 80%;" type="text" value="36"/> dB ↓ <input type="button" value="Berechnen"/>	Schalldruck $p$ <input style="width: 80%;" type="text" value="100"/> Pa ↓ <input type="button" value="Berechnen"/>	Schall-Intensität $I$ <input style="width: 80%;" type="text" value="3.9810717e-9"/> W/m <sup>2</sup> ↓ <input type="button" value="Berechnen"/>
Schalldruck $p$ <input style="width: 80%;" type="text" value="0.001261915"/> Pa Schall-Intensität $I$ <input style="width: 80%;" type="text" value="3.9810717e-9"/> W/m <sup>2</sup>	Schallpegel $L_p$ (SPL) <input style="width: 80%;" type="text" value="133.97940008"/> dB <a href="#">Schallausbreitung in Luft</a>	Schallpegel $L_I$ (SIL) <input style="width: 80%;" type="text" value="35.999999993"/> dB <input type="button" value="Rücksetzen"/>

Fülle das graue Feld oben aus und klicke auf die jeweilige Berechnen-Taste darunter.  
 1 Pascal = 1 Pa = 1 N/m<sup>2</sup>.

<http://www.sengpielaudio.com/Rechner-schallpegel.htm>





Bei der Angabe eines absoluten Pegels zur Kennzeichnung des Schalldruckpegels wird immer häufiger der aus englischsprachigen Ländern kommende Zusatz "SPL" (sound pressure level) benutzt, z. B. 94 dBSPL. Diese Gewohnheit wurde hier manchmal übernommen.

$$1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$$

Beispiele:

- \* Hörschwelle:  $0,00002 \text{ Pa} = 20 \mu\text{Pa} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$ , entsprechend 0 dB (SPL)
- \* Schmerzschwelle: etwa 150 Pa, entsprechend 137,5 dB (SPL)
- \* "normal laut" empfundener Klang oder Geräusch: etwa 0,1 Pa = 74 dB (SPL)

Häufig irritiert in Büchern das gemeinte Klein- $p$  des Schalldrucks (pressure) geschrieben als Groß- $P$ , das jedoch der Schalleistung (power) vorbehalten ist.

# Wie nimmt der Schallpegel mit der Schallquellenentfernung ab?

Dämpfung des Schallpegels mit dem Schallquellenabstand  
<http://www.sengpielaudio.com/Rechner-entfernung.htm>

Die Intensität  $I$  ist als Leistung pro Flächeneinheit definiert. Die Oberfläche der Kugel ist  $A = 4 \pi r^2$ , so dass der Schalleistungspegel  $P_{ak}$ , der durch jeden Quadratmeter Oberfläche geht  $I = P_{ak} / A = P_{ak} / 4 \pi r^2$  ist. Man sieht also, dass für eine gleichförmig abstrahlende Schallquelle, die Intensität umgekehrt proportional zum Quadrat der Entfernung  $r$  von der Quelle abnimmt:  $I_2 / r_1^2 = I_1 / r_2^2$ . Da aber die Intensität proportional zum Quadrat des Schalldrucks ist, können wir schreiben:

$p_2 / p_1 = r_1 / r_2$ . Hieraus ist zu erkennen, dass der Schalldruck umgekehrt proportional zum Abstand  $r$  von der Quelle abnimmt. Wird der Abstand verdoppelt, so nimmt der Schalldruck um den Faktor 2 und die Schallintensität um den Faktor 4 ab. Mit anderen Worten, der Schallpegel verringert sich um (-)6 dB.

Merke:

Bei Infraschall ist die Dämpfung in der Praxis viel geringer  
... oft wird mit (-) 3 dB bei Abstandsverdoppelung gerechnet  
..... Bei gerichtetem Schall und Verstärkung durch Überlagerung  
kann die Dämpfung allerdings sehr viel geringer sein  
!! Sogar Verstärkungen in weiterer Entfernung sind möglich !!

### 3. Raummoden (Stehende Wellen) bei schallharten parallelen Wänden

Die Raumresonanzen, die sich zwischen den Begrenzungsflächen eines Raumes bilden, nennt man "stehende Wellen" oder Raumeigenmoden, auch kurz Moden. Sie entstehen, wenn ein Vielfaches der halben Wellenlänge ( $\lambda/2$ ) zwischen die Begrenzungsflächen eines Raums passt. Voraussetzung für eine Raummode ist eine stehende Welle. Uns Tontechniker interessiert das Verhalten des **Schalldrucks**, weil durch seine Wirkung unsere Trommelfelle und die Mikrofonmembranen bewegt werden; siehe: [Die Wirkung und die Ursache](#). Raummoden sind nichts anderes als stehende Wellen, die sich in jedem Raum bei tiefen Frequenzen ausbilden. Nicht-parallele Wände sind kein Mittel dagegen.

<http://www.sengpielaudio.com/StehendeWellen.htm>

## “WIND-TURBINE-SYNDROM” (WTS)

- Schlafstörung
- Schwindel, Gleichgewichtsstörung, Übelkeit
- Tinnitus, Kopfschmerzen
- Konzentrationsschwächen
- Blutdruckanstieg, Zunahme Herzinfarkttrisiko 25%
- Stresshormonanstieg, Angst, Unruhe, Depressionen
- Beeinträchtigung Immunsystem

**Risiko ernster chronischer Erkrankungen**

*C.W. Philips (2011), Krankheitsberichte allein zur Wirkung von WKA's in  
fünfstelliger Zahl vorliegend*

JERRY L. PUNCH, RICHARD R. JAMES, LÄRM/GERÄUSCHE VON  
WINDKRAFTANLAGEN UND MENSCHLICHE GESUNDHEIT,  
MICHIGAN UNIVERSITY, USA, 2016

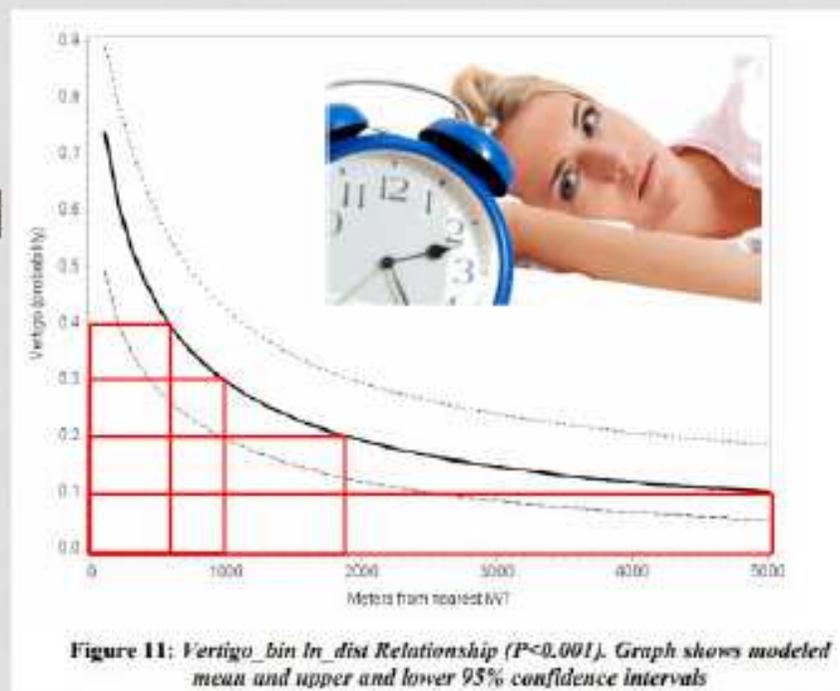
Auswertung (Review) von 140 wissenschaftlichen  
Arbeiten:

→ „es existiert ein eindeutiger Zusammenhang  
zwischen Gesundheit menschlicher Individuen und  
ILFN (Infraschall und niederfrequenter Schall), welcher  
von industriellen Windkraftanlagen (WKA) ausgeht.“

*CLAIRE PALLER, EXPLORING THE ASSOCIATION BETWEEN PROXIMITY TO INDUSTRIAL WIND TURBINES AND SELF-REPORTED HEALTH OUTCOMES IN ONTARIO, WATERLOO, CANADA, 2014*

- stat. sign.  
Zusammenhang  
zwischen Nähe zur  
WEA und Schwindel  
/ Tinnitus /  
Schlafstörung

→ 1800m 2-fache  
→ 1000m 3-fache  
→ 600m 4-fache  
Erkrankungsrate



## WHO, NIGHT NOISE GUIDELINES 2009

Schlafstörungen ab

- 25-30 dB(A)

*(2012 Bayr. Landesamt für Umwelt, Lärm Hören, Messen und Bewerten)*

- 30 dB(A)

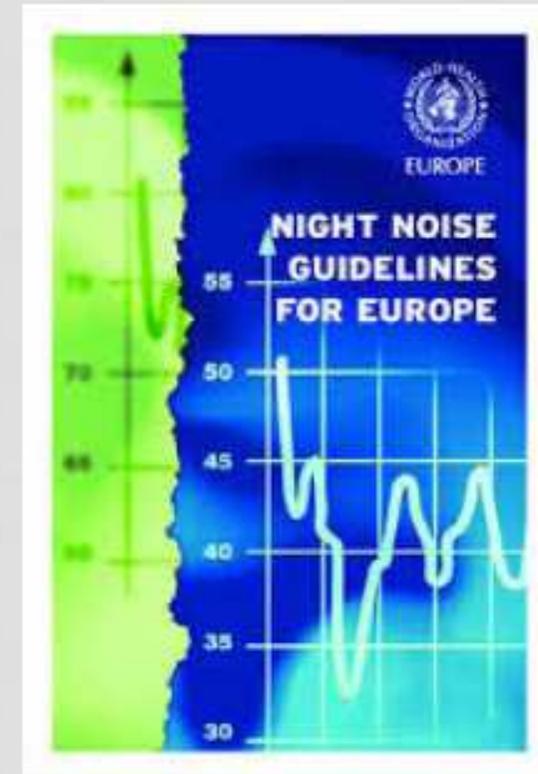
*(2009 WHO Night+Noise Guidelines)*

→ 3000m

TA-Lärm Schutz erst ab

- 35-45 dB(A)

→ 700-1300m





ASLAK HARBO POULSENA ET. AL, SHORT-TERM NIGHTTIME WIND TURBINE NOISE AND CARDIOVASCULAR EVENTS: A NATIONWIDE CASE-CROSSOVER STUDY FROM DENMARK, 2018

- Untersuchung 1982-2013, Bewohner, mit WTN-Belastung über 30dB
- „Die Studie legt nahe, dass nächtliche Belastung durch **niederfrequente Windrademissionen in Innenräumen** Herzinfarkt und Schlaganfallereignisse triggern. Dies konnte bei niederfrequenten Belastungen im Freien nicht beobachtet werden.

→ *Infraschallbelastungen in Innenräumen können Herz-Kreislauf-Attacken auslösen*

PROF. DR. CHRISTIAN-FRIEDRICH VAHL ET AL, ARBEITSGRUPPE  
INFRASCHALL KLINIK HTG UNIVERSITÄT MAINZ, EINFLUSS VON  
INFRASCHALL AUF DIE HERZMUSKELLEISTUNG, 2018

- Zunehmende IS-  
Belastung durch  
Größenwachstum der  
WKA
- Verminderung der Kraft  
einer Herzmuskelzelle  
durch IS um 20%

→ „Unhörbarer Infraschall  
wirkt wie ein Störsender für  
das Herz“



08. August 2018

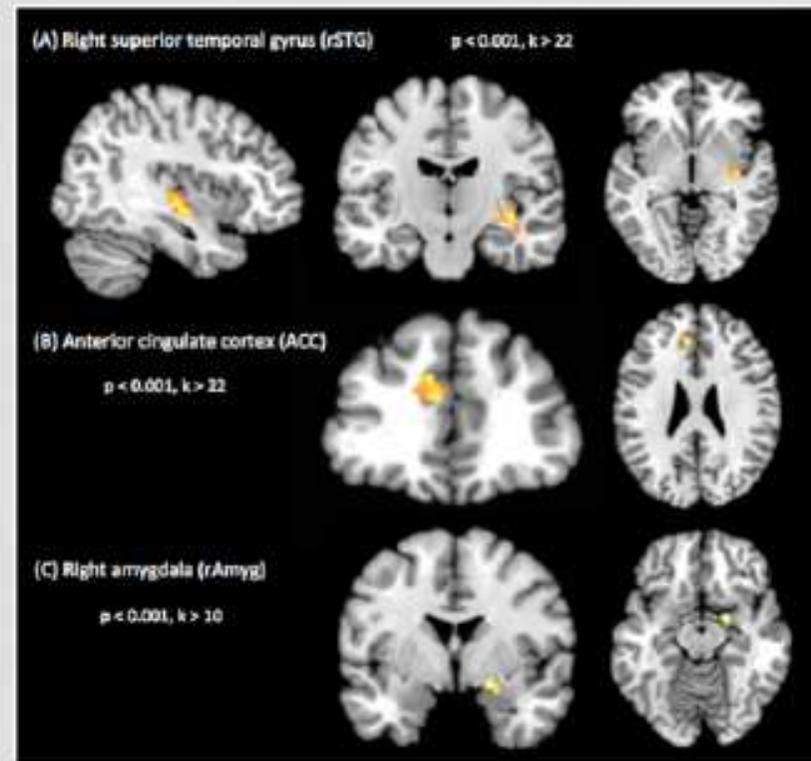
Die Rolle der Windkraft Deutschland  
Gegenwind Bad Orb e.V.

27

MARKUS WEICHENBERGER ET. AL., CHARITÉ (B), PTB (BS), UKE (HH), VERÄNDERTE KORTIKALE UND SUBKORTIKALE KONNEKTIVITÄT DURCH INFRASCHALLEINWIRKUNG NAHE DER HÖRSCHWELLE, 2017

- fMRT, längerdauernde Exposition, 12Hz, unterhalb Hörschwelle
- unterbewusster Verarbeitungsweg von unhörbarem IS stärker als bei hörbarem IS!

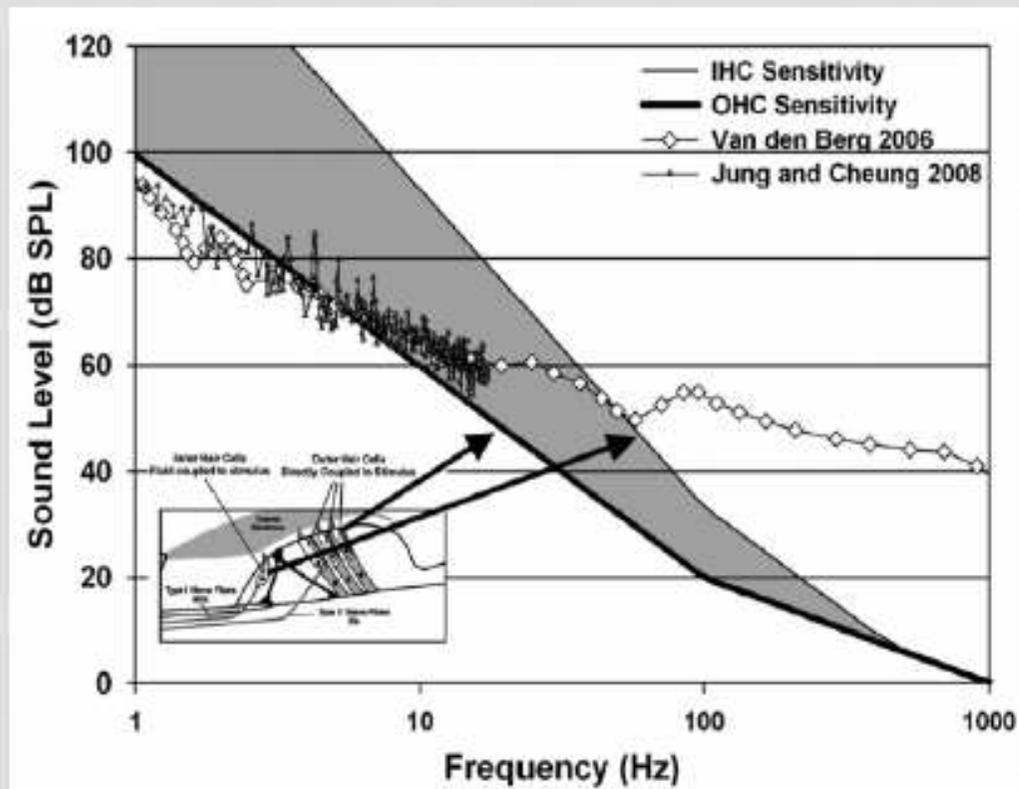
→ IS hat Einfluss auf emotionale und autonome Kontrolle  
= Stressreaktion



## PROF. DR. ALEC N. SALT, PH.D., RESPONSES OF THE INNER EAR TO INFRASOUND, 2011

“Es gibt Organe, die Infraschall wahrnehmen und wesentlich empfindlicher dafür sind”

→ Äußere Haarzellen des Innenohrs, Gleichgewichtsorgan



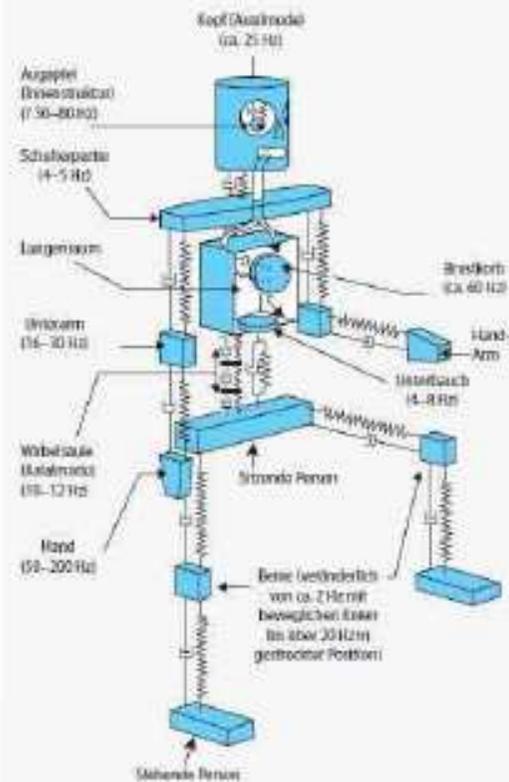
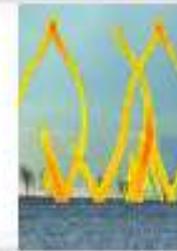
TULEUHANOV, DESOUKY, MOHASEB, KASACHSTAN/ÄGYPTEN,  
THE INFLUENCE OF THE INFRASOUND ON THE  
IMMUNOLOGICAL PROPERTIES OF RATS BLOOD, 2010

- Albinoratten, 10Min **13-30Hz,**  
**11-14dB**
- Störung der Bildung weißer  
Blutzellen

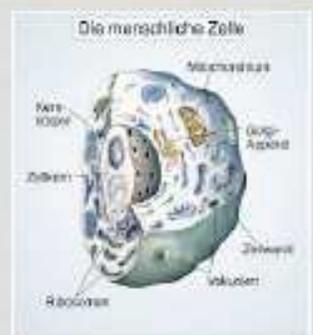
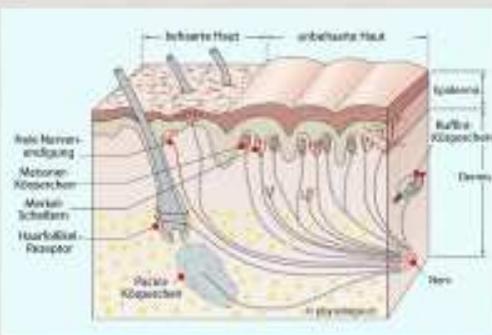
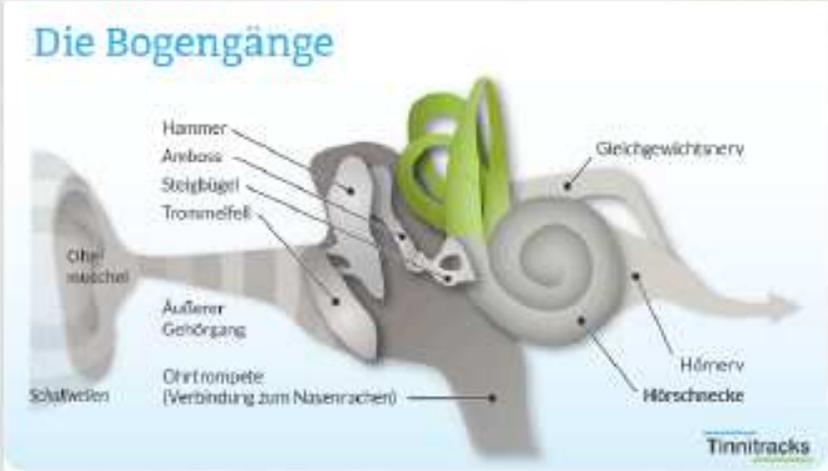
→ „Vorsicht für Menschen ist  
geboden im Umgang mit  
diesen niedrigen  
Frequenzen.“



# KÖRPERLICHE SENSORIK



Quelle:  
Albert Bach-Institut, AN  
Abb. 4 - Einfaches mechanisches Modell des menschlichen Körpers mit seinen Resonanzfrequenzen (nach [32])



08. August 2018

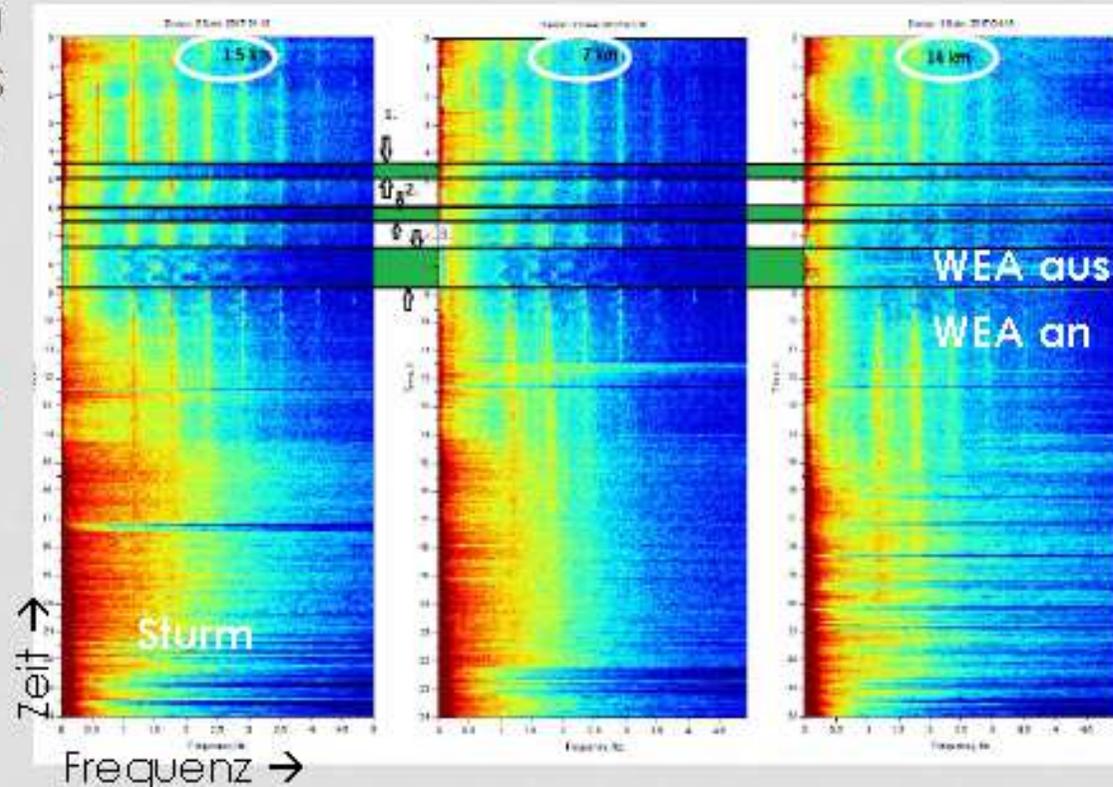
Die Rolle der Windkraft Deutschland  
Gegenwind Bad Orb e.V.

31

## AUNIO GROUP, INFRASOUND FROM WIND TURBINES - A NEW SIGNAL IN THE ENVIRONMENT, 2017

- Spektrogramm des Infraschalls einer WEA von 0 bis 5 Hz über 24 Stunden

→ *Infraschall ist noch in 14km deutlich erkennbar*



08. August 2018

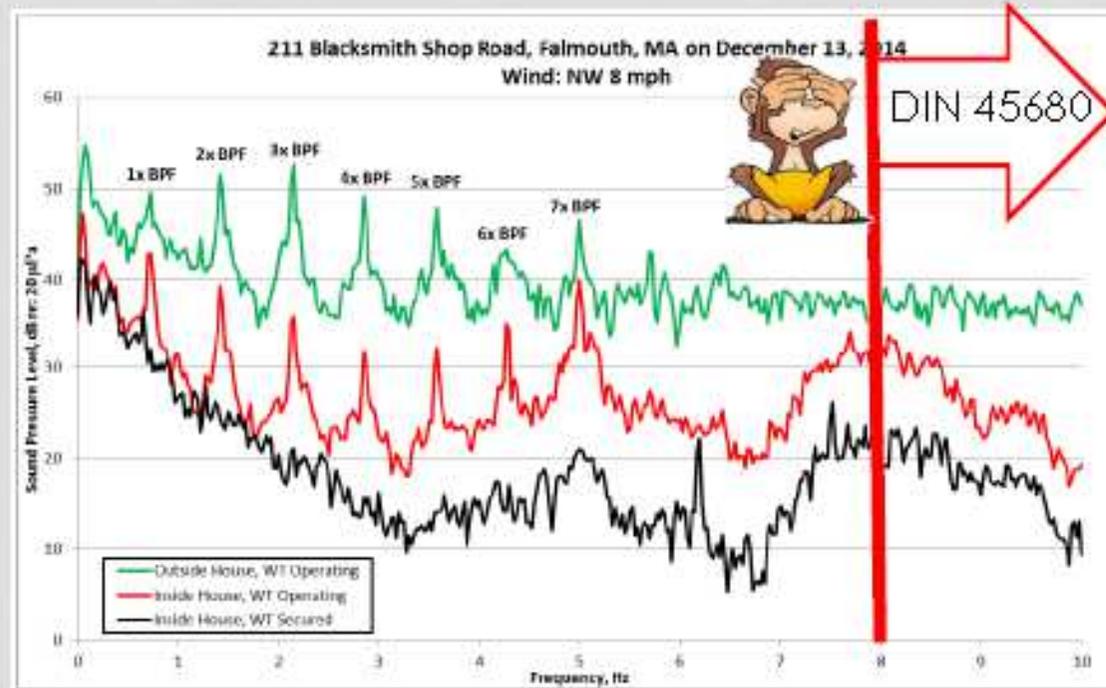
Die Rolle der Windkraft Deutschland  
Gegenwind Bad Orb e.V.

33

# STEVEN COOPER, INFRASOUND MEASUREMENTS OF FALMOUTH WIND TURBINES, M.BAHTIARIAN, INCE BD. CERT., A.BEAUDRY, TECHNICAL MEMO, 2015

- Vestas V82  
1,5MW 800m
- Tonale Spitzen  
40dB stärker  
als  
Hintergrund-  
rauschen

→ DIN 45680,  
LUBW:  
WEA-Signatur  
0,5-8Hz wird  
ausgeblendet!





# LUBW: MITTELWERTBILDUNG STATT INFORMATION

- Oktav-/Terzpegel:  
Mittelwertbildung aller  
Frequenzen einer  
Oktave/Terz

→ *Wegrechnen einzelner  
Frequenzspitzen (LUBW)*

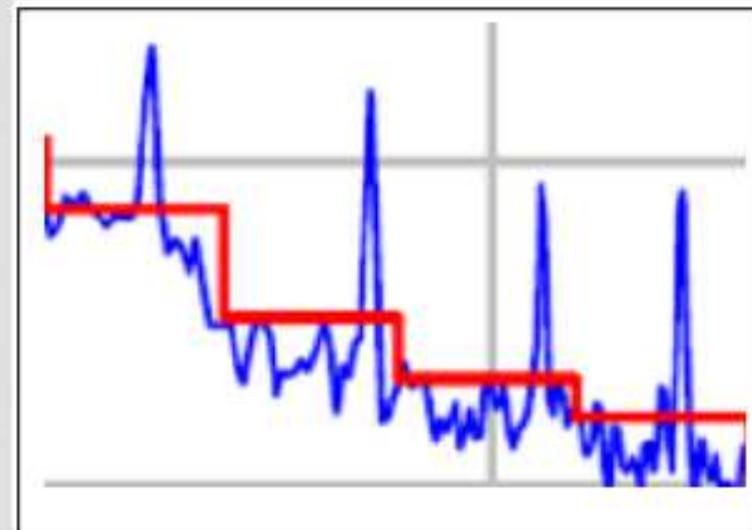
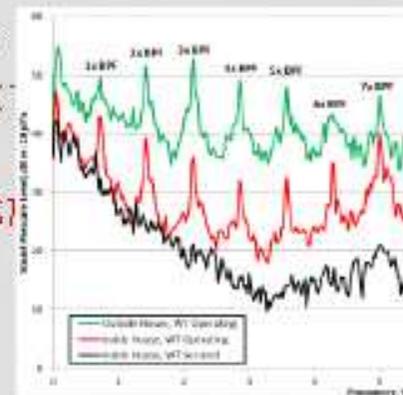


Bild 17: Frequenzanalyse eines Schallsignales mit hoher Auflösung (blau) und gemittelt (rot). Die 4 blauen Spitzen werden bei der Mittelwertbildung im Terz- oder Oktavband unterdrückt.

# NOCEBO-EFFEKT? KRANK DURCH DIE ANGST VOR WKA?

- Gleiche Symptommuster bei „Sick Building Syndrom“ / Föhnkrankheit / WTS
- Kinder (Schlaf- und Lernstörung)
- Ähnliche Symptome bei Tieren
- *Steven Cooper Cape Bridgewater Report 2014* : Zeitlicher Zusammenhang zwischen Emissionen und „unerträglichen Empfindungen“ der Anwohner ohne Sichtkontakt

→ *Ablehnung der Windkraft ist Folge der Erkrankung, nicht umgekehrt!*



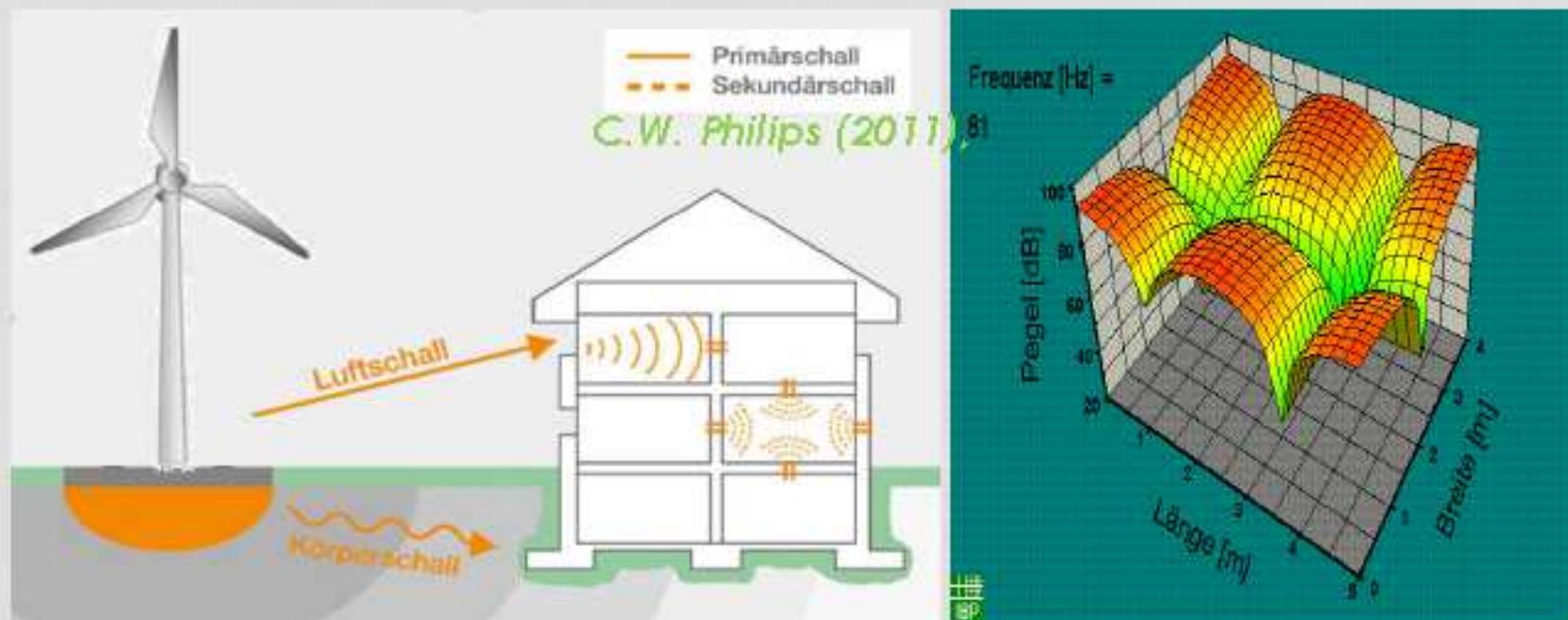
08. August 2018

Die Rolle der Windkraft Deutschland  
Gegenwind Bad Orb e.V.

10. Wohnmedizinisches Symposium, th-owl, 14.5.2021, h.-j. friesen

# LUBW: INNENMESSUNGEN?

- Zusammenwirken **Luftschall + Körperschall**
- Wohnraum als **akustischer Resonator**



08. August 2018

Die Rolle der Windkraft Deutschland  
Gegenwind Bad Orb e.V.

37

## SCHUTZABSTAND AUSREICHEND?

Studie	Grunddaten	Betroffenheit
DBU {Wilstedt}	1500m, WKA150m =10xH	10%-35%
Waterloo {Ontario 2013}	800m 2000m	11-34% 5-19%
HNO-Studie {Schweden 2013}	div.	30%
Persson Wayne {Schweden 2000}	41 dB → rd. 600m	35%

→ im Abstand von 1500-2000m bei 20-30% der Anwohner Gesundheitsschäden durch Windkraft