

Information und Diskussion

zu den Auswirkungen
auf Mensch und Umwelt

Schallentwicklung bei Windkraftanlagen



Di. 25. November 2014

Dienstag, 25. November 2014
Weilmünster

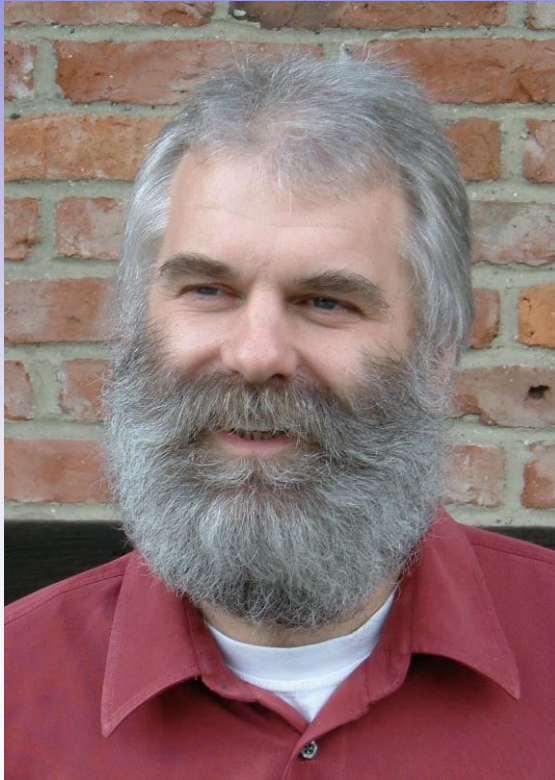
Information und Diskussion

zu den Auswirkungen
auf Mensch und Umwelt

Schallentwicklung bei Windkraftanlagen

Günter Ratzbor, Beratender Ingenieur
Ingenieurbüro für Umweltplanung
Schmal + Ratzbor
Im Bruche 10
31 275 Lehrte
(g.ratzbor@schmal-ratzbor.de)





Günter Ratzbor, Jahrgang 1956, Ingenieur der Landespflege, Studium an der Fachhochschule Osnabrück und der Universität Hannover. Seit 1985 selbständig tätig als geschäftsführender Gesellschafter des Planungsbüros Schmal + Ratzbor, seit 1995 Beratender Ingenieur.

Arbeitsschwerpunkte: Fließgewässerökologie und Wasserbau, die Auseinandersetzung mit den Auswirkungen der Nutzung regenerativer Energien sowie planungsrechtliche und methodische Fragestellungen.

Ehrenamtlich tätig im BUND (früher BNL) seit 1978. Zivildienst beim BUND LV Niedersachsen 1982 bis 1983, anschließend wissenschaftlicher Mitarbeiter bis 1984. Ab 1985 Mitglied im Arbeitskreis Naturschutz des Bundesverbandes (Arbeitsschwerpunkt Biodiversität) und des Landesverbandes Niedersachsen. Mitwirkung bei den BUND-Positionen „Windenergie“, „Wasserkraft“ und „Nachwachsende Rohstoffe“. 2004 bis 2006 und 2010 bis 2011 Leitung der DNR-Kampagne „Umwelt- und naturverträgliche Nutzung der Windenergie in Deutschland“.



Umweltplanung:

**Ermittelt und beschreibt die
voraussichtlichen Umweltauswirkungen**

Umweltauswirkungen:

Folge von

Wirkungen (physik. / techn. Frage) und

Empfindlichkeit (biolog. / med. Frage)



WIRKUNGEN (Grundlagen)

Schall

ist der regelmäßige und rhythmische Wechsel von Druck oder Dichte in einem elastischen Medium

Schall breitet sich wellenförmig in alle Richtungen aus

Die Frequenz (Hz) (Wellenlänge) bestimmt die Tonhöhe:

Infraschall

hörbar

Ultraschall

bis 20 Hz

>20 Hz bis 20 kHz

über 20 kHz



WIRKUNGEN (Grundlagen)

Der Druckunterschied ist entscheidend!

Luftdruck / Schalldruck / Schalldruckpegel

Hörschwelle	Schmerzgrenze
100.000,00001 Pa	100.100 Pa
Umgebungsluftdruck ~ 100.000 Pa (970 bis 1070 hPa)	
99.999,99999 Pa	99.900 Pa
0 dB	140 dB



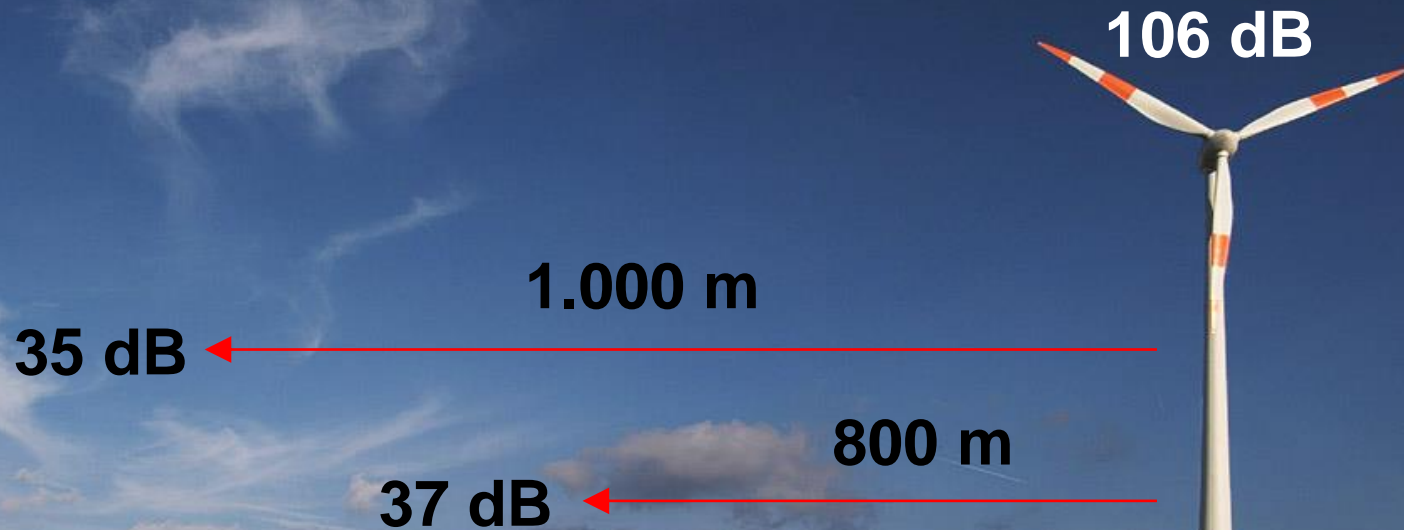
WIRKUNGEN (Grundlagen)

Schalldruck (μPa)	Schalldruck- pegel (dB)	Relation $\mu\text{Pa} / \text{dB}$	
200.000.000	140	9.000.000	Schmerz- grenze
20.000.000	120	900.000	
2.000.000	100	90.000	
200.000	80	90.00	
20.000	60	900	
2.000	40	90	
200	20	9	Hör- schwelle
20	0		



Schallausbreitung

Berechnung nach: <http://www.wind-ist-kraft.de/das-phanomen-schall/>



Schalladdition

$$106 + 106 + 106 + 106 = 112 \text{ [dB]}$$

$$106 + 106 + 106 = 111 \text{ [dB]}$$

$$106 + 106 = 109 \text{ [dB]}$$

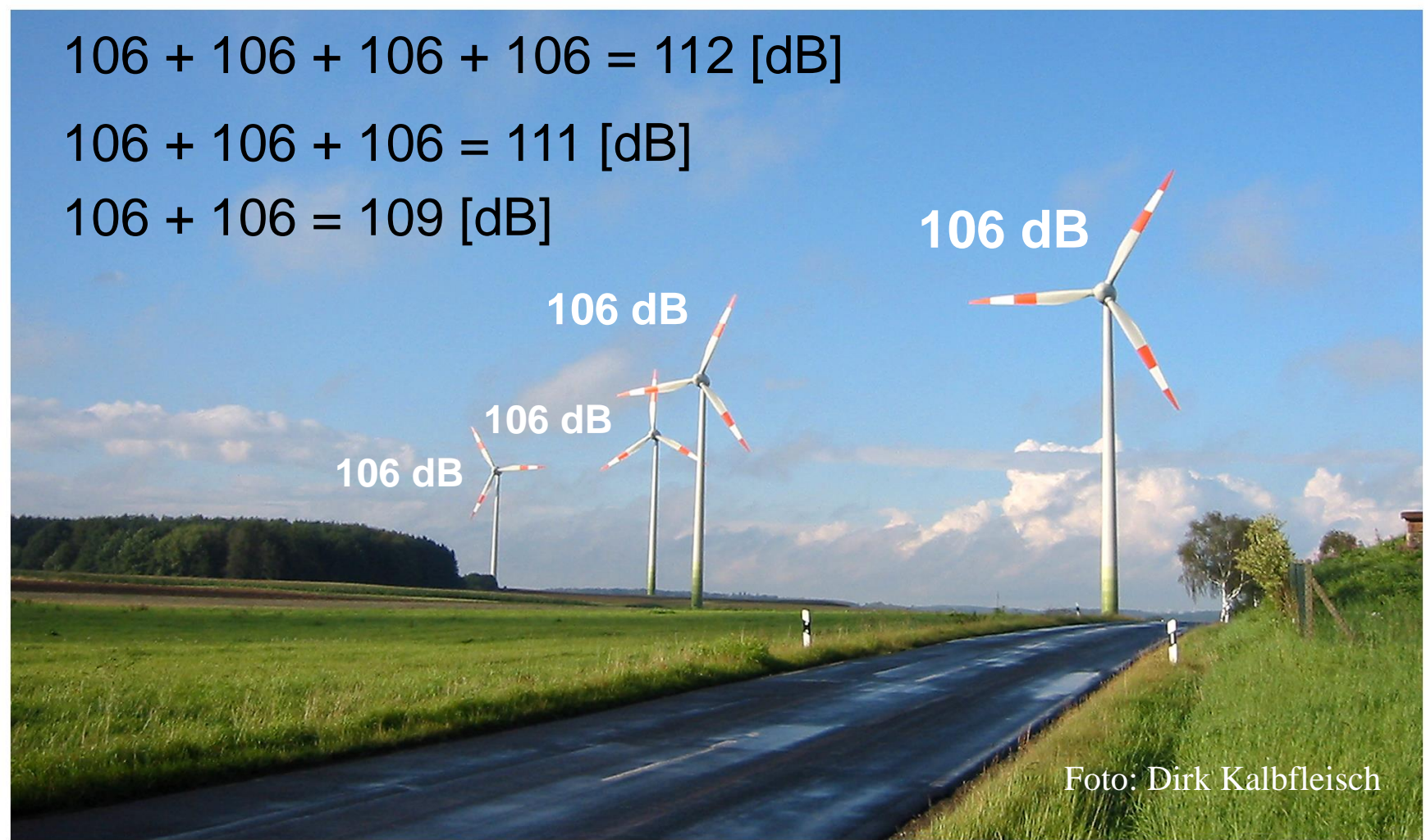
106 dB

106 dB

106 dB

106 dB

Foto: Dirk Kalbfleisch



Schalladdition

$$37 + 35 + 33 + 32 = 40,7 \text{ [dB]}$$

106 dB

106 dB

106 dB

106 dB

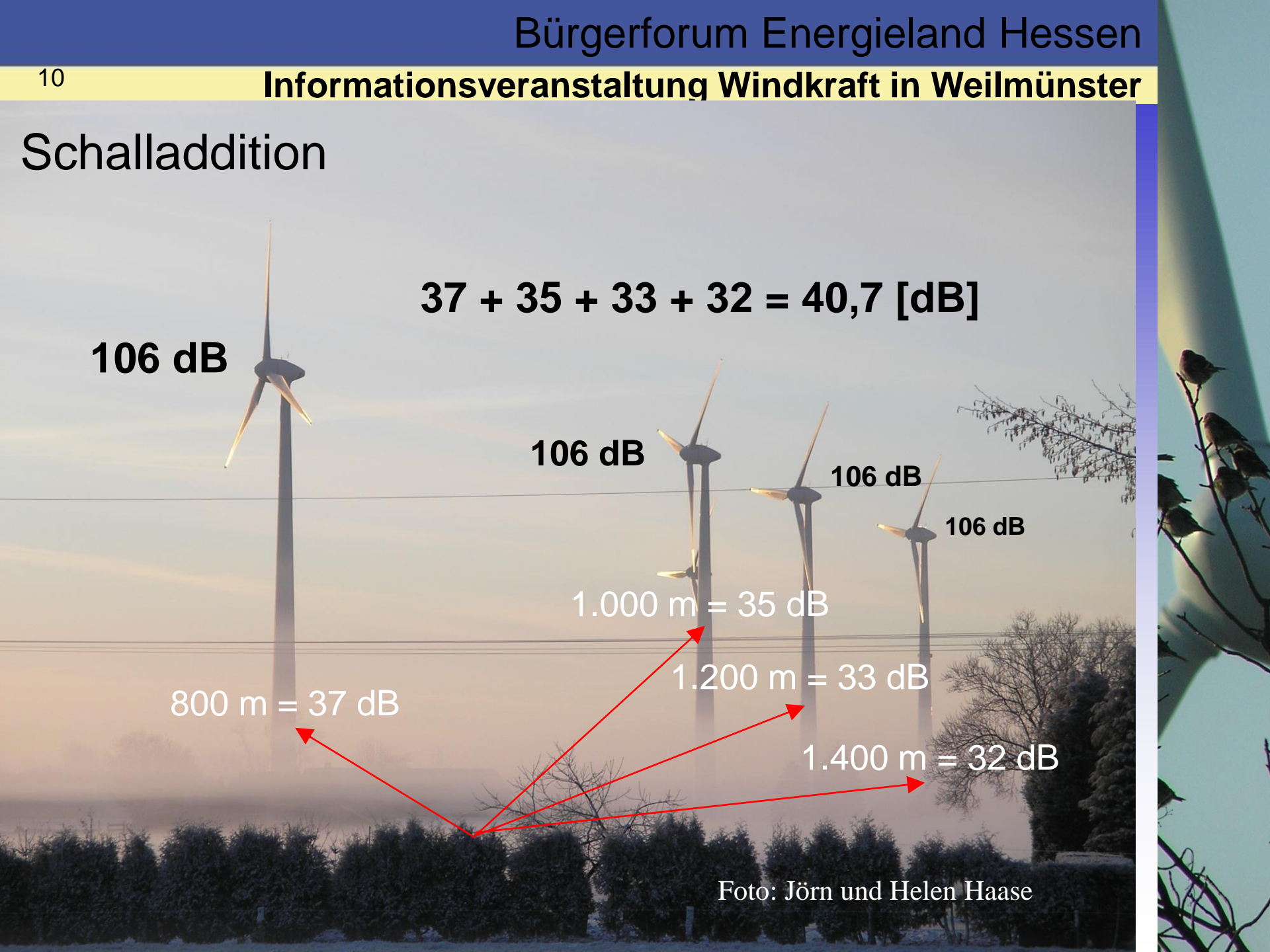
800 m = 37 dB

1.000 m = 35 dB

1.200 m = 33 dB

1.400 m = 32 dB

Foto: Jörn und Helen Haase



Infraschall

**Infraschall ist Schall
einer bestimmten
Frequenz**

**Die physikalischen /
akustischen
Gesetzmäßigkeiten
sind gleich**

aber ...

Foto: Christoph Busse



EMPFINDLICHKEIT

Anhaltender Infraschall bewirkt:

1. Veränderungen in der Cortisol-Ausschüttung, chronischer Stress mit Folge von nächtlicher Unruhe und Schlafstörungen
2. Erhöhung des Blutdrucks, die Anpassungsfähigkeit des Herzens vermindert sich, das Herzinfarkttrisiko nimmt zu
3. Eine Veränderung der Hirnphysiologie, Auswirkung auf emotionale Labilität, Depression, Burn-out u.ä.



4. Herabsetzung der Atemfrequenz, Verschlechterung von Atemwegserkrankungen, Verschlechterung der Sauerstoffversorgung
5. Verschlechterung des Sprachverständnisses bei Normal- und Schwerhörigen, besondere Belastung in der Kommunikation von Senioren
6. Die Fehlgeburtsrate bei Schwangeren erhöht sich:
Eine Europäische Richtlinie regelt so die Fernhaltung von Schwangeren von Arbeitsplätzen mit Infraschall-Emissionen.



PROGNOSE

voraussichtlicher Auswirkungen:

Als Infraschall werden Schallwellen bezeichnet, die so tief sind, dass sie vom menschlichen Ohr nicht mehr gehört werden können. Dieser Bereich von sehr tiefen Frequenzen (in dem die Wahrnehmungskomponente Tonhöhe nicht mehr existiert), umfasst den Bereich von 0,001 bis 20 Hz. Allgemein werden Frequenzen bis 100 Hz als tieffrequenter Schall bezeichnet.



Infraschallquellen

natürliche Quellen:

- Wind, Geologie, Wasser
- ...

Technische Quellen:

- Bauwerke, Ventilatoren, Pumpen, Motoren
- Verkehr, Hubschrauber, Pressen, Kraftwerke
- Wärmepumpen, Biogasanlagen, BHKW
- Kälte- u. Klimaanlage, Lüftungen, Heizungen
- Windenergieanlagen

Foto: Christoph Basse



Intensität von Infraschall durch WEA

Der max. Schalldruckpegel von WEA im tiefen Bereich ist gering. Er liegt je nach Anlage, Windgeschwindigkeit und Frequenz zwischen **52 und <80 dB** und reduziert sich deutlich über die Entfernung.

Das (natürliche) Grundrauschen liegt bei **44 bis 53 dB**.

Die Hörschwelle liegt bei **120 dB** (3 Hz) bzw. **100 dB** (23 Hz).



Wahrnehmbarkeit

Obwohl die Empfindlichkeit des Ohres zu tiefen Frequenzen hin stark abnimmt, können Luftdruckschwankungen bis zu einer Frequenz von etwa 1 Hz wahrgenommen werden.

Je tiefer die Frequenz wird, umso höher muss jedoch der Schalldruckpegel ("Lautstärke") werden, damit der Mensch eine Wahrnehmung erfährt.

So muss der Schalldruckpegel im Infraschallbereich bei 3 Hz bei 120dB liegen, damit der Mensch etwas wahrnimmt. Im Vergleich dazu genügen bei 100 Hz 23 dB.



Dämpfung / Ausbreitung

Die Wellenlänge von Infraschall liegt zwischen 17 m bei 20 Hz und 170 m bei 2 Hz. Aufgrund dieser großen Wellenlänge hat Infraschall andere Eigenschaften als Hörschall. So ist die Ausbreitungsdämpfung durch Luftabsorption äußerst gering, durch Hindernisse, wie Schutzwälle kaum möglich und auch die Schalldämmung durch Bauteile beträgt nur wenige dB. Natürliche Strukturen, wie Geländeform oder Vegetation, stellen ebenfalls keine Hindernisse dar. Die Schallpegelabnahme erfolgt daher fast ohne Energieverlust nur nach geometrischen Gesetzen und beträgt 6 dB pro Entfernungsverdoppelung.



Die Abnahme von Infraschall mit der Entfernung

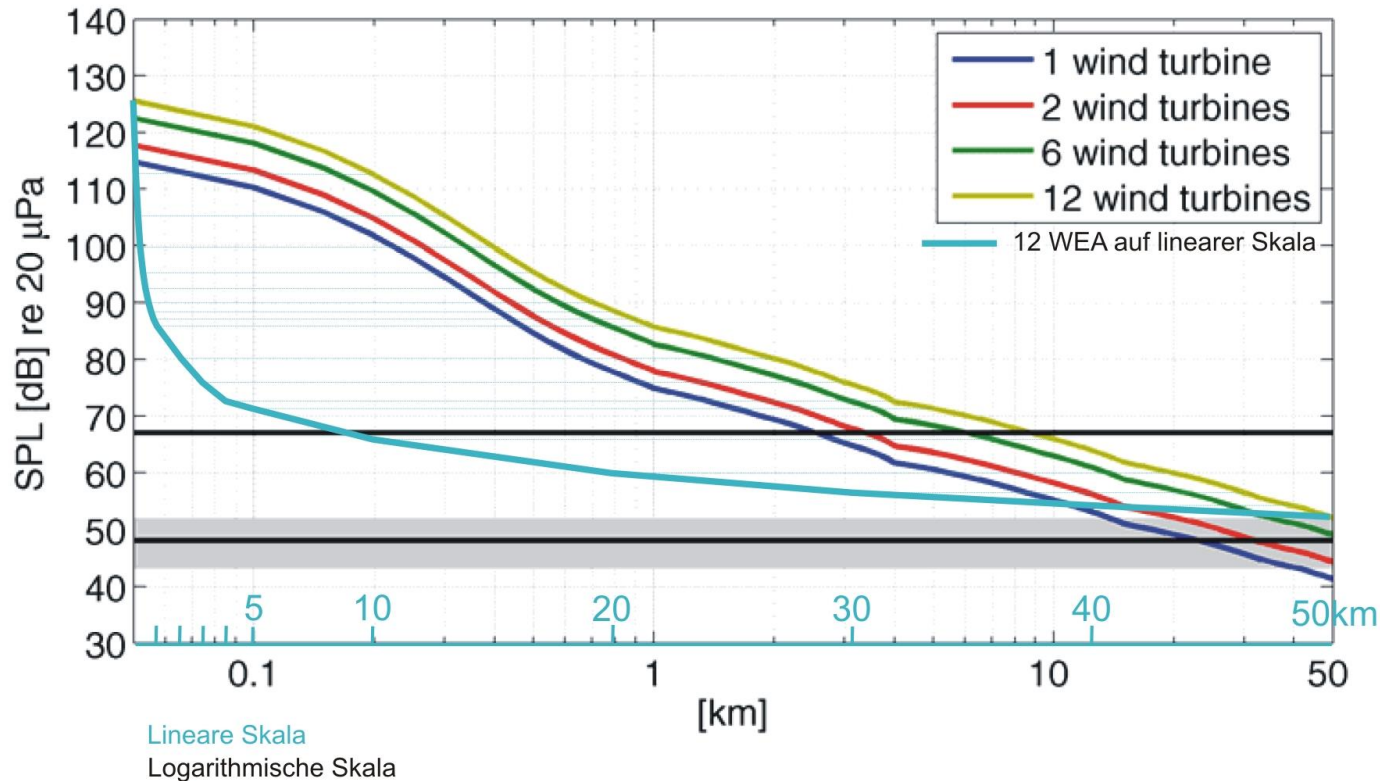
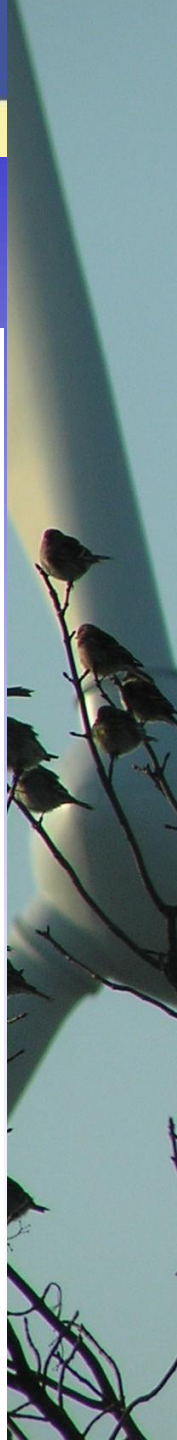


Abbildung 8: Verlauf des Schalldruckpegels (SPL) mit der Entfernung der 2. Flügelharmonischen eines Windparks bestehend aus 1, 2, 6 und 12 Windrädern mit 600 kW Leistung. Der graue Bereich markiert das Hintergrundrauschen an der Station I26DE und die Linie bei etwa 67 dB entspricht den Mindestanforderungen an die Rauschbedingungen für IMS Infraschallstationen.



Die Abnahme von Infraschall mit der Entfernung

Angenommen der Schalleistungspegel einer WEA beträgt im Infraschallbereich 115 dB. Dann beträgt der Infraschallpegel in 600 m Entfernung nur noch 48,38 dB. Zusammen mit der Grundbelastung von 50 dB ergibt sich ein Summenpegel von 52 dB, in 1.000 m Entfernung nur noch von 51 dB.

Die Zunahme ist geringer als der Schwankungsbereich der Grundbelastung (44 bis 53 dB) und mit < 3 dB nicht mehr wahrnehmbar.

In 10 km Entfernung liegt der Infraschallpegel dann bei 23,94 dB. Mit einer Grundbelastung von 50 dB ergibt sich ein Summenpegel von 50,0107460 dB.

Diese Schallpegelveränderung nimmt bestenfalls nur noch ein hochsensibles Messinstrument war.



Nachweis gesundheitlicher Folgen durch WEA?

Zusammenfassende Literaturlauswertung aus dem Jahr 2009 über die Gesundheitsprobleme durch Schall/Infraschall infolge des Betriebs von WEA: Es wurde keine wissenschaftliche Literatur gefunden, welche definitive Zusammenhänge mit WEA nachweist.

<http://www.lrsc.ca/wp-content/uploads/2011/07/Wisconsin-PSC-Dr-Roberts-White-Paper.pdf>



Nachweis gesundheitlicher Folgen durch WEA?

Review aus dem Jahr 2011, das vergleicht, was wissenschaftlich über WEA und Gesundheitsstörungen untersucht ist.

<http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1476-069X-10-78.pdf>

Untersuchung an Anwohnern aller 49 Windparks in Australien aus dem Jahr 2012. Auffällig war eine Häufung von Beschwerden ab 2009, nachdem öffentlich auf Gesundheitsrisiken hingewiesen wurde.

<http://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/2123/8977/4/Complaints%20FINAL.pdf>



Nachweis gesundheitlicher Folgen durch WEA?

2013: Umfassende Literaturlauswertung zu physischen und psychischen Folgen von Infraschallbelastungen:

- **Körperliche Symptome** (z.B. Kopfschmerzen, Änderung der Puls- und Atemfrequenz, Ermüdung, Blutdruckanstieg) sind belegt **bei 120 – 140 dB**, wurden aber statistisch signifikant auch knapp unter der Hörgrenze festgestellt (**bis 12 dB unter Hörgrenze**).
- **Psychische Auswirkungen** (Angstzustände, verlängerte Reaktionszeiten) sind belegt für Schalldruckpegel **ab 110 dB**, **Stress** bei Dauerbelastung **ab 70 – 120 dB** bei 3-20 Hz.
- Für den Bereich **12 – 24 dB unter Hörgrenze** existieren zwar Berichte über **psychische Auswirkungen**, die jedoch **nicht belegt** sind (Scheinkorrelationen, Messfehler, Placebo-Effekte).
- Effekte ausgeschlossen ab 24 dB unter Hörgrenze.

Mühlhans, J.H.: Infraschall. Physiologische und psychologische Auswirkungen auf den Menschen. Universität Wien 2013



Nachweis gesundheitlicher Folgen durch WEA?

Apr. 2014: Doppelter Blindtest von 54 Testpersonen. Die Gruppe, die über Risiken des Infraschalls informiert war und entsprechende Erwartungen hatte, fühlte sich im Vergleich zur anderen Gruppe stark beeinträchtigt, unabhängig davon, ob sie tatsächlich oder nur scheinbar dem Infraschall ausgesetzt war.

<http://psycnet.apa.org/index.cfm?fa=buy.optionToBuy&id=2013-07740-001>



Fazit

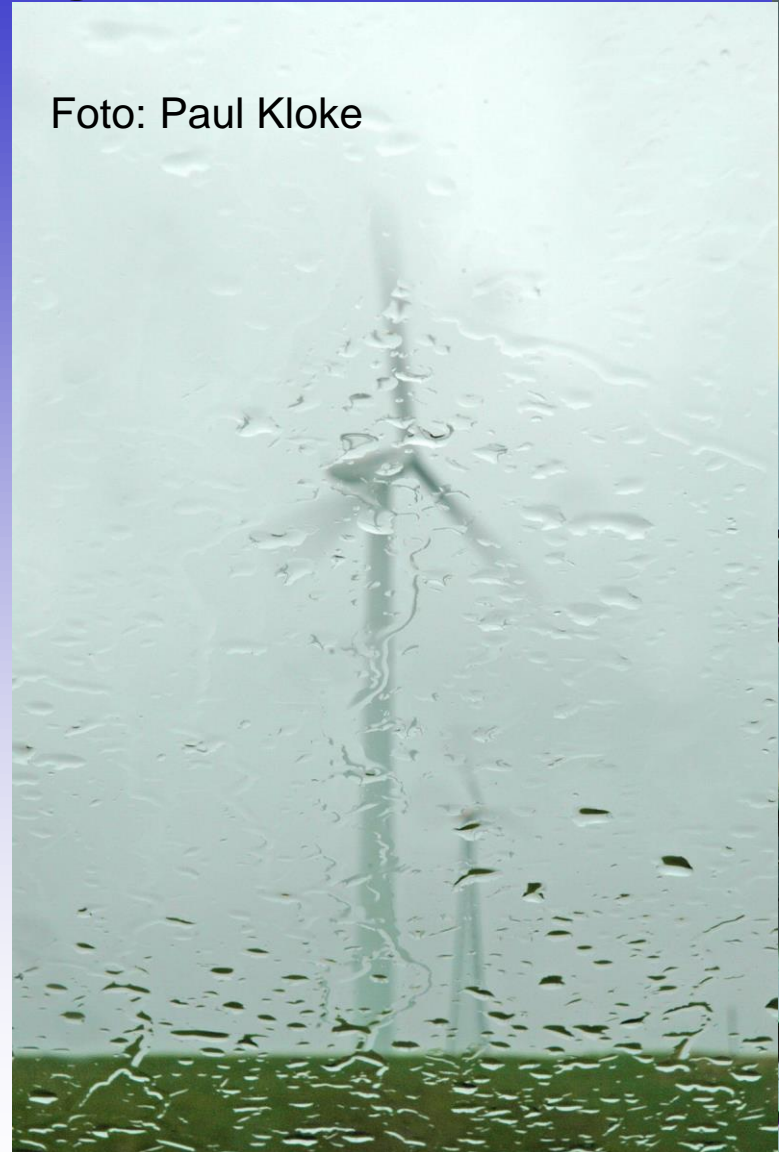
Gesundheitliche
Beeinträchtigungen
als mittelbare Folge der
Windenergie?

Über die Umweltplanung ist
der Konflikt zu lösen, das
Phänomen ist nicht fassbar!

Planerisch nicht zu bewältigen,
dennoch rechtlich geregelt.

Gesamtgesellschaftliches
Problem

Foto: Paul Kloke



Vertiefende Informationen:

www.wind-ist-kraft.de



Umwelt- und naturverträgliche Nutzung
der Windenergie an Land

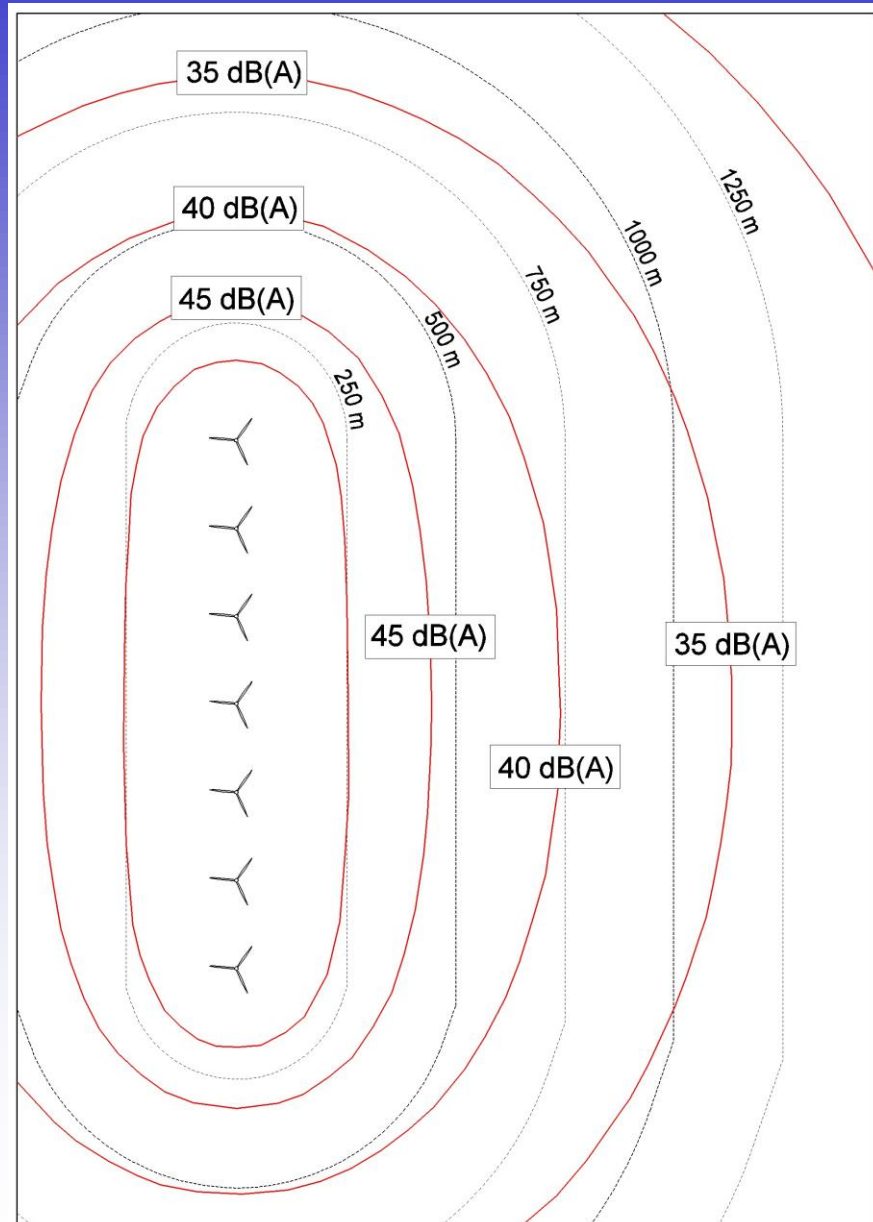
GRUNDLAGEN/AUSWIRKUNGEN/EMPFEHLUNGEN

Windkraft im Visier

Schall

Schallpegel und Geräuschquelle

- 20 dB Uhrenticken
- 30 dB Blätterrauschen
- 40 dB Unterhaltungssprache
- 50 dB Ruhige Wohnstraße
- 60 dB Laute Unterhaltung
- 70 dB Pkw in 10 m Abstand
- 80 dB Straßenverkehrsgeräusch
- 90 dB Lauter Fabriksaal
- 100 dB Autohupe in 7 m Abstand
- 110 dB Kesselschmiede



WEA sind keine ständige Geräuschquelle

Der „Lärm“ von WEA ist nicht gleichbleibend. Der höchste Schalldruckpegel wird erreicht bei 10 oder 12 m/s Windgeschwindigkeit.

Solche Windgeschwindigkeiten treten in 7 bis 8% der Zeit auf und verursachen erhebliche Umgebungsgeräusche.

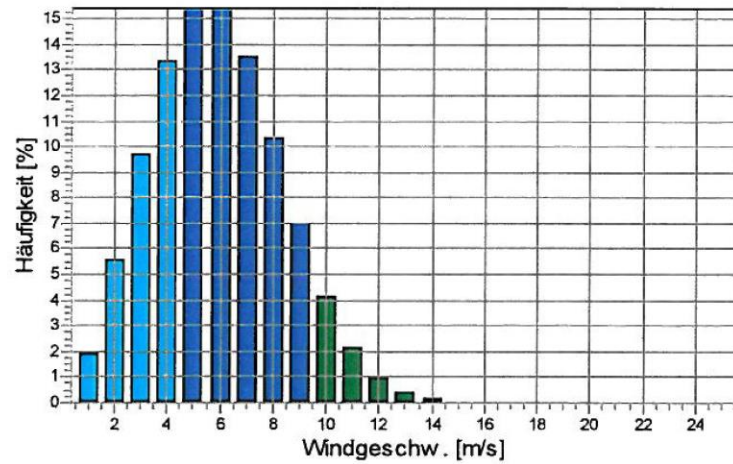
Meist werden nur deutlich geringere Windgeschwindigkeiten erreicht. Etwa zwei Drittel der Zeit betragen sie 4 m/s bis 7 m/s. Die Anlagengeräusche sind dann deutlich leiser. Ein Viertel der Zeit sind WEA überhaupt nicht zu hören.

Schallpegelunterschiede von 3 dB sind nicht wahrnehmbar.

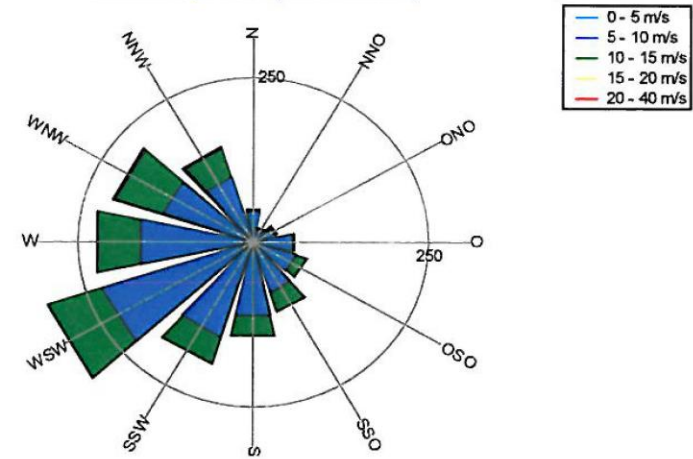


3 O	5,69	5,05	2,592	6,1
4 OSO	6,42	5,70	2,627	5,6
5 SSO	7,08	6,31	2,811	6,0
6 S	6,80	6,06	2,834	8,9
7 SSW	6,71	5,97	2,744	12,1
8 WSW	6,83	6,08	2,670	17,9
9 W	6,81	6,05	2,623	13,2
10 WNW	7,28	6,48	2,689	10,1
11 NNW	6,84	6,07	2,502	8,4
Gesamt	6,63	5,89	2,592	100,0

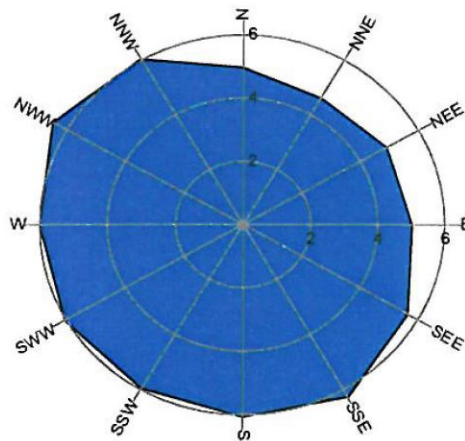
Weibull-Verteilung



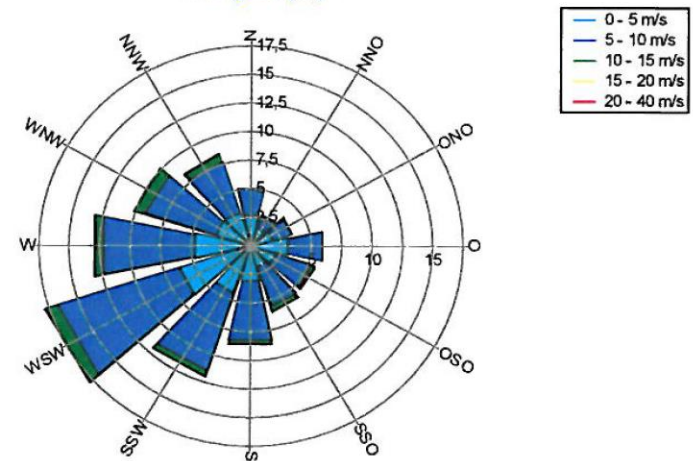
Windenergierose (kWh/m2/Jahr)



Mittlere Windgeschw. (m/s)



Häufigkeit (%)



Infraschallquellen

