

# LÄRMIMMISSIONEN BEI WINDKRAFTANLAGEN Infraschallbewertung

**NOISE IMMISSIONS FROM WIND TURBINES**  
**Infrasound assessment**

---

Stefan Gombots, Christian Holzleithner, Günther Achs, Thomas Tietze

---

## **KEYWORDS**

Infraschall, Windkraft, Schallimmissionen,  
Infraschallbewertung, Windpark

## **KURZFASSUNG**

Bei der Realisierung von Windparkprojekten werden häufig Befürchtungen von betroffenen Bürgern geäußert, dass der von Windkraftanlagen ausgehende Infraschall gesundheitsgefährdend sei. Dabei versteht man unter Infraschall Schallwellen mit Frequenzen die kleiner als 20 Hz sind und somit unter der Hörschwelle des Menschen liegen. Infraschall kann aber dennoch wahrgenommen (oder „gefühlte“) werden. In aller Regel nicht mehr als tonales Schallereignis, sondern zum Beispiel als pulsierendes Gefühl, Druck auf den Ohren oder der Brust.

Aufgrund seiner großen Wellenlänge wird Infraschall kaum von der Luft oder dem Boden gedämpft und auch nicht durch Hindernisse, wie Schutzwälle oder Gebäude, abgeschirmt – er breitet sich nahezu verlustfrei aus. Da eine Bewertung der Infraschallimmissionen bei Genehmigungsverfahren von Windkraftanlagen oftmals von den Anrainern eingefordert wird, werden die in der Literatur bekannten Phänomene der

Infraschallausbreitung vorgestellt. Zudem wird im vorliegenden Beitrag eine Infraschallbewertung für einen generischen Windpark durchgeführt und die Immissionen dargelegt

## **ABSTRACT**

During realisation of wind farm projects, affected citizens often express their concerns that the infrasound emitted by wind turbines is harmful to their health. Infrasound are sound waves with frequencies below 20 Hz, which is below the threshold of human hearing. However, infrasound can still be perceived (or „felt“). Thereby, it is not perceived as a tonal sound event but, for instance, as a pulsating sensation, pressure on the ears or chest. Due to its long wavelength, infrasound is poorly attenuated by the air or the ground. Moreover, the infrasound waves cannot be shielded by obstacles such as noise barriers, walls or buildings- it propagates almost without loss. Since an assessment of infrasound immissions is often requested by residents during the approval process for wind turbines, the phenomena of infrasound propagation known from the literature will be presented. In addition, an infrasound assessment for a generic wind farm is carried out in this paper and the immissions are presented.

Erneuerbare Energien und insbesondere Windkraftanlagen stellen eine wichtige Rolle bei der bevorstehenden Energiewende dar. In der Vergangenheit wurden im Zuge von Genehmigungsverfahren für Windkraftanlagen immer häufiger Bedenken hinsichtlich Lärmimmissionen und deren potenziell belästigende oder sogar gesundheitsschädliche Wirkung geäußert. Für Diskussionen haben in den vergangenen Jahren meist auch die durch Windturbinen erzeugten Infraschallwellen gesorgt, da die Wirkungen und Folgen dieser besonderen Form der Lärmimmissionen zu diesem Zeitpunkt noch ungenügend genau bekannt waren.

Der Nachweis gesundheitsschädlicher Wirkungen von Infraschallimmissionen durch Windkraftanlagen ist bisher umstritten. Aus technischer Sicht ist jedoch nachweisbar, dass Windkraftanlagen im Vergleich zum Straßen- oder Flugverkehr ebenfalls Infraschall emittieren. Internationale Diskussionen stützen sich häufig auf die Studie „Der unhörbare Schall von Windkraftanlagen“ (2009) der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) in Hannover. In dieser Studie wurden gemessene Infraschallwellen von Windrädern in akustische Daten umgerechnet, wobei die in Dezibel ausgedrückte Lautstärke um 36 Dezibel zu hoch angegeben worden ist, was einen erheblichen Unterschied ausmacht [a]. Im Zusammenhang mit den zuletzt vermehrt auftretenden Einwendungen gegen Windkraftanlagen gestützt auf die mutmaßlich belästigenden Einwirkungen durch Infraschall, ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse dieser Studie zu einer allgemeinen Verunsicherung der Öffentlichkeit beigetragen haben.

## 1. GRUNDLAGEN UND WAHRNEHMUNG

Unter Infraschall versteht man Schallwellen mit Frequenzen die kleiner als 20 Hz sind und somit unter der subjektiven Hörschwelle des Menschen liegen. Der Hörbereich eines gesunden Menschen liegt im Bereich von ca. 20 bis 20000 Hz. Infraschall kann aber dennoch wahrgenommen oder „gefühl“ werden, sofern er laut genug ist. Je tiefer die Frequenz, desto höher muss der Schalldruckpegel, also die Lautstärke sein, damit das Hörorgan einen Sinneseindruck erhält [b]. In aller Regel wird Infraschall nicht mehr als tonales Schallereignis wahrgenommen, sondern als bspw. pulsierendes Gefühl, Druck auf den Ohren oder der Brust. Die Lautstärke und Belästigung durch Infraschall nehmen mit zunehmendem Pegel oberhalb der Hörschwelle schnell zu [c] a low frequency noise guideline has been developed by the Environmental Protection Agency. The Guideline is applicable to low frequency noise emitted from industrial premises, commercial premises and mining operations (not blasting).

## 2. BEWERTUNG

Üblicherweise wird zur Beurteilung von Schall in Verwaltungsverfahren die A-Bewertung verwendet, die die Hörempfindlichkeit des Menschen nachbildet. Bei Infraschall ist

eine solche Bewertung nicht zielführend, da die A-Bewertung tieffrequente Anteile des Frequenzspektrums zu gering bewertet. Alternativ kann die C-Bewertungskurve, die bei der Beurteilung von tieffrequenten Geräuschimmissionen Anwendung findet, herangezogen werden. Bei beiden Bewertungskurven (siehe Abb. 1) werden jedoch der Infraschallbereich vermindert bzw. minimiert und führt somit nur zu einem geringen Beitrag in den Gesamtschallimmissionen. Zur Untersuchung einer Störwirkung empfiehlt sich daher die Betrachtung der ungefilterten Schalldruckpegel oder die Verwendung der G-Bewertung, die eine eigene Frequenzbewertung für Infraschall definiert [d]. Entsprechend bewertete Pegel werden als dB(G) angegeben.

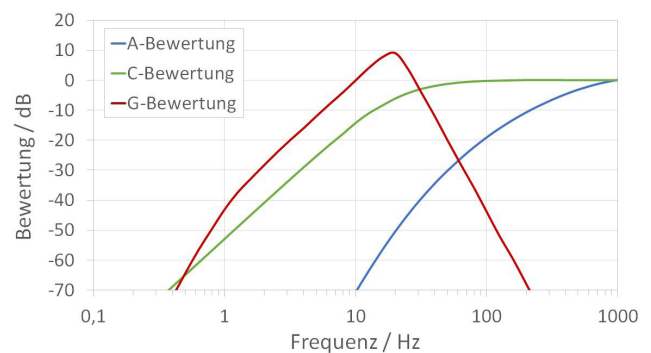


Abb. 1: Bewertungskurven.

Zweck der G-Bewertung (siehe Abb. 1) ist es, eine Situation im Hinblick auf Infraschall mit einer einzigen Zahl zu charakterisieren [e]. Die typische Wahrnehmungsschwelle von Infraschall liegt bei einem G-bewerteten Pegel von 95 – 100 dB(G) [f, g, h, i]. Die Unterschiede in der individuellen Hörschwelle sind im Infraschallbereich stärker ausgeprägt als im Bereich des hörbaren Schalls. Manche Menschen nehmen daher Infraschall bei hohem Schalldruckpegel als Brummen wahr, andere nicht [a]. Bei Personen mit normalem Hörorgan liegt die Standardabweichung der Hörschwelle von Infraschall bei etwa 5 dB(G) [j]. Man rechnet damit, dass Menschen einen G-gewichteten Schalldruckpegel unterhalb 85 – 90 dB(G) nicht mehr wahrnehmen können [d, f, k, l].

## 3. AUSBREITUNG

Eine weitere Besonderheit ist, dass Infraschall aufgrund seiner großen Wellenlänge (bei 20 Hz etwa 17 m) durch Hindernisse wie Schutzwälle, Bäume oder Gebäude kaum abgeschirmt werden kann, da die Schallwellen quasi um das Hindernis herumlaufen, wenn das Hindernis kleiner als die Welle ist. Darüber hinaus gibt es eine vergleichsweise geringe Dämpfung tieffrequenter Schallwellen durch Wände und Fenster, so dass Einwirkungen auch im Inneren von Gebäuden auftreten. Ebenso spielt die Luft- bzw. Bodendämpfung kaum eine Rolle – Infraschall breitet sich daher nahezu verlustfrei aus und kann kaum gedämpft werden [b, m].

Die Abnahme des Schalldruckpegels, damit auch die wahrnehmbare Lautstärke, erfolgt daher vor allem über die Entfernung und ist relativ unabhängig von der Umgebung.

Es wird angenommen, dass die Schallausbreitung von Windenergieanlagen in Windrichtung ab einer bestimmten Entfernung (ab 1000 m) zylindrisch und nicht kugelförmig erfolgt [k, m, n, o, p]. Aufgrund dieser Beobachtung nimmt der Schalldruckpegel 3 dB pro Abstandsverdopplung ab und nicht wie bei einer herkömmlichen Lärmprognose (= Annahme einer kugelförmigen Schallausbreitung) um 6 dB.

Die Abhängigkeit der Infraschallemissionen von der Windgeschwindigkeit ist nicht bekannt, aber aus Überlegungen zu den geräuscherzeugenden Mechanismen kann man erwarten, dass sie geringer ist als bei höheren Frequenzen [o]. Messergebnisse lassen den Schluss zu, dass es zu einer Zunahme des G-bewerteten Schalldruckpegels von 1 dB(G) je 1m/s Windgeschwindigkeit kommt [o].

Weiters ist ein Zusammenhang zwischen dem G-bewerteten Schalldruckpegel und der elektrischen Leistung P von Windenergieanlagen vorhanden [f, n].

#### 4. WINDPARK ALS BEISPIEL

Als generisches Beispiel soll der Windpark mit mehr als 50 Windenergieanlagen betrachtet werden. Die Infraschallimmissionen werden dabei an 6 Immissionspunkten (IP01 bis IP06) betrachtet, siehe Abb. 2

Im Sinne einer Worst-Case-Betrachtung, wird davon ausgegangen, dass alle Anlagen des Windparks gleichzeitig am

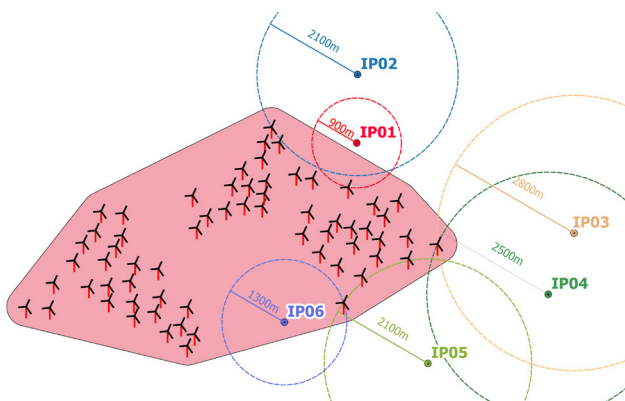


Abb. 2: Windpark mit mehr als 50 Windenergieanlagen unterschiedlichen Typs (Leistungsspektrum 0,6 bis 5,7 MW).

Immissionsort einwirken (kumulative Betrachtung aller Anlagen im akustisch relevanten Umfeld). Für die Immissionspunkte ergeben sich die G-bewerteten Schalldruckpegel aus Tab. 1.

Immissionspunkt	Gesamtimmissionen
IP01	81 dB(G)
IP02	79 dB(G)
IP03	78 dB(G)
IP04	78 dB(G)
IP05	79 dB(G)
IP06	81 dB(G)

Tab. 1: Gesamtimmissionen an den Immissionspunkten.

Die prognostizierten Immissionen für den Infraschall liegen an allen betrachteten Immissionspunkten unterhalb der Wahrnehmbarkeitsschwelle.

#### AUSBLICK

Eine Betrachtung von Infraschall bei Umweltverträglichkeitsprüfungen von Windkraftanlagen hat sich in den letzten Jahren in Richtung eines Standards entwickelt. Es ist zu erwarten, dass diese Thematik auch in Bereichen von Verkehr, Industrie und insbesondere Energieerzeugern zunehmen werden.

Die bereits längere Zeit andauernde Überarbeitung der DIN 45680 lassen darauf schließen, dass weitere Forschungen über die Auswirkungen von Infraschall notwendig sind. Gerade hinsichtlich Langzeitfolgen bei der Einwirkung von Infraschall ist aufgrund der erst kürzlich forcierten Energieerzeugung weitere Forschung notwendig.

#### QUELLEN

- DIE ZEIT, Nr. 17, 22 April 2021, Seite 24, „Viel Lärm um nichts“
- Lenzen-Schulte, M., Schenk, M.: Der Schall, den man nicht hört. Deutsches Ärzteblatt. Jg. 116, Heft 6, 264–268 (2019)
- Roberts, C.: Ecoaccess Guideline for the Assessment of Low Frequency Noise. 6 (2004)
- ÖN ISO 7196:1995-03-15 (Frequency-weighting characteristic for infrasound measurements), (1995)
- Tieffrequente Geräusche und Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen- Zwischenbericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013-2014. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2014)
- Møller, H., Sejer Pedersen, C.: Lavfrekvent støj fra store vindmøller (Tieffrequenter Lärm von großen Windkraftanlagen). Aalborg Univ. Institut for Elektroniske Systemer (2010)

- [g] Watanabe, T., Møller, H.: Low Frequency Hearing Thresholds in Pressure Field and in Free Field. *Journal of Low Frequency Noise and Vibration*. 9, 106–115 (1990)
- [h] Landström, R., Lundström, R., Byström, M.: Exposure to infrasound- Perception and changes in wakefulness. *J. Low Frequency Noise and Vibration*. 2, 1–11 (1983)
- [i] Inuaki, Y., Nakamura, N., Taya, H.: Unpleasantness and acceptable limits of low frequency sound. *J. Low Frequency Noise, Vibration and Active Control*. 19, 135–140 (2000)
- [j] Majjala, P., Turunen, A., Kurki, I., Vainio, L.: Infrasound Does Not Explain Symptoms Related to Wind Turbines. *Publications of the Government's analysis, assessment and research activities*. (2020)
- [k] Keith, S.E., Daigle, G.A., Stinson, M.R.: Wind turbine low frequency and infrasound propagation and sound pressure level calculations at dwellings. *J. Acoust. Soc. Am.* 17 (2018)
- [l] Broner, N.: A simple criterion for low frequency noise emission assessment. *J. Low Freq. Noise Vib. Active Control*. 29, 1–14 (2010)
- [m] Kaps, R.: *Faktenpapier Windenergie und Infraschall*. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (2015)
- [n] Møller, H., Pedersen, C.S.: Low-frequency noise from large wind turbines. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 129, 3727–3744 (2011)
- [o] Jakobsen, J.: Infrasound Emission from Wind Turbines. 24, 145–155 (2005)
- [p] Shepherd, K.P., Hubbard, H.H.: Physical Characteristics and Perception of Low Frequency Noise from Wind Turbines. *Noise Control Engineering Journal*. 36, 5–15 (1991)

## AUTOREN

Dipl.-Ing. Dr.techn. **Stefan Gombots**  
 FCP Fritsch Chiari & Partner ZT GmbH  
 gombots@fcp.at

### **Christian Holzeithner**

FCP Fritsch Chiari & Partner ZT GmbH  
 holzeithner@fcp.at

### Dipl.-Ing. Dr.techn. **Günther Achs**

FCP Fritsch Chiari & Partner ZT GmbH  
 achs@fcp.at

### Ing. **Thomas Tietze**

FCP Fritsch Chiari & Partner ZT GmbH  
 tietze@fcp.at

