

Kurzinformation zur Entstehung, Reichweite und Wirkung von Infraschall aus Windanlagen

Prof. Dr. Werner Roos, Titisee-Neustadt (Februar 2022)

Mechanische Wellen in einem elastischen Medium sind definitionsgemäß „Schall“, unterhalb von 20 Hz „Infraschall“. Der Verlauf des Luftdrucks an einer aktiven WEA lässt verschiedene Emissionen erkennen.

1. Hörschall (erzeugt an Flügeln und durch den Generator) wird bei intakten Anlagen meist bis etwa 1000 m gehört und ist bei gleichmäßigem Wind bis 2 km messbar. Es gibt in diesem Umkreis zahlreiche Gesundheitsbeschwerden. Die erlaubte Schall-Intensität regeln die Vorschriften der TA Lärm (in Wohngebieten 50 dB am Tage und 35 dB nachts). Die zu Grunde liegende DIN 45680 ist bisher nur oberhalb von ab 8 Hz gültig.

2. Verwirbelungen (Luftströmungen) entstehen beim Durchschneiden der Luft durch die Flügel. Deren Reichweite in Anlagenhöhe wurde von der Windindustrie untersucht, um Beeinträchtigungen benachbarter Anlagen zu vermeiden. Solche Abstandsempfehlungen reichen vom 3-fachen bis zum 10-fachen Rotordurchmesser in Windrichtung (maximal ca. 1500 m). Gesundheitliche Beeinträchtigungen durch die Wirbel sind m.W. nicht ernsthaft untersucht. Es fehlen solide Hinweise für das Eindringen der Wirbel in geschlossene Wohnhäuser oder ein Bezug zu den dort berichteten Gesundheitsproblemen.

3. Deutliche Hinweise auf ein Gesundheitsrisiko gibt es seit langem für den nicht hörbaren **Infraschall**. Die von WEA emittierte Version ist gekennzeichnet durch eine periodische Abfolge steiler Luftdruckpulse, deren Wiederholfrequenz von der Drehfrequenz des Rotors bestimmt wird (etwa 1 Hz). (s.u.). Windanlagen verursachen auch Vibrationen des Untergrunds (Körperschall), die besonders in festem Gestein über viele km transportiert werden können. In Gebäuden wurde die Interferenz dieses Körperschalls mit dem luftgetragenen Infraschall beobachtet, die zu lokalen Verstärkungen führen kann. Es gibt Vorschläge, in Zukunft auch den niederfrequenten, kritischen Infraschall-Bereich unter 8 Hz in die Messvorschriften der DIN 45680 einzubeziehen.

Die **Reichweite des luftgetragenen Infraschalls aus WEA** ist inzwischen ausreichend dokumentiert, etwa durch Messungen der BGR (2), welche die Emissionen von Druckpulsen aus WEA in bis zu **10 km** Entfernung zeigen (auch nach Berücksichtigung zwischenzeitlicher Korrekturen), die TremAc-Studie (6) hat **2,5 km** Abstand belegt (größere Abstände wurden nicht untersucht) und seismische Vibrationen bis **9 km** festgestellt. Eine kanadische Studie (5) hat Infraschall-peaks aus WEA in **6,2 km** Abstand erfasst.

Auch Gesundheitsprobleme, die vielfach von Anwohnern von WEA berichtet werden, treten in ähnlichen Abständen auf. Für die Leitsymptome „hochgradiger Schlafmangel“ und „Schwindelanfälle“ kann noch in Entfernungen von 4-5 km eine signifikante Häufung nachgewiesen werden. Die Symptome klingen mit der Entfernung ab und liegen in 10-facher Anlagenhöhe noch etwa 30 % über dem Normalwert (4). Trotz lokaler und meteorologisch bedingter Unterschiede kann als gesichert gelten, dass Infraschall aus WEA in mehreren km Entfernung von einer Windanlage auftritt und in der Lage ist, dort gesundheitlich negative Wirkungen auszulösen.

Das für gesundheitliche Risiken entscheidende Charakteristikum des Infraschalls aus WEA ist nicht die Höhe des Schalldrucks, sondern die Frequenz und Steilheit seiner Änderungen (1). Dabei handelt es sich um Pulse des Luftdrucks, die durch Kompression der Luft zwischen den rotierenden Flügeln und dem Mast entstehen. Ihre Grundfrequenz wird durch die Drehzahl der Anlage bestimmt und liegt bei heutigen Anlagen meist zwischen 1 – 3 Hz (bei Drehzahlen zwischen 20 U/min und 60 U/min), hinzu kommen deutliche Oberschwingungen (Harmonische) im Bereich bis etwa 10 Hz. Dagegen verursacht pulsfreier Infraschall, z.B. ein „statistisches“ oder „unstrukturiertes“ Rauschen des Windes an einer ruhenden Anlage, keine wesentlichen Gesundheitsschäden, auch wenn er ähnlich hohe Schalldrücke erreicht wie aus einer rotierenden WEA. (Ein unstrukturiertes Rauschen entsteht auch bei natürlichen Quellen wie der Meeresbrandung und bei der häufig kolportierten „Autofahrt mit offenem Fenster“.)

Die Wahrnehmung von Infraschall im menschlichen Körper ist insoweit abschätzbar, als Sensoren für niederfrequente Schwingungen in mehreren Organen und Strukturen existieren, vor allem im Gleichgewichtssystem, aber auch auf zellulärer Ebene. Das Gleichgewichtssystem registriert sehr geringe Änderungen des anliegenden Luftdrucks, obwohl der Gesamt-Luftdruck oder seine lokale Änderung, z.B. an bewegten Körperstellen, um Größenordnungen höher sind. Offenbar enthalten die o.g. Druckpulse eine im Gehirn verwertbare Information.

Auch wenn viele Details zur biologischen Wirkung der Infraschall-peaks aus WEA noch ungeklärt sind, ist erkennbar, dass Infraschall im Menschen als Stressor bewertet und beantwortet wird. So aktiviert z.B. sinusförmiger Infraschall ähnlicher Frequenz (12 Hz) definierte Regionen im Gehirn von exponierten Personen, ohne einen Höreindruck zu erzeugen (3). In diesen Gehirnregionen werden u.a. gesundheitliche Parameter gesteuert, die bei Anwohnern von Windanlagen oft als gestört diagnostiziert wurden, wie Atemfrequenz, Blutdruck und Angstreaktionen. Derartige Befunde sind häufig Ausgangspunkte für Folgeschäden.

Ein Gesundheitsrisiko für Anwohner von Windanlagen wird offiziell nicht mehr bestritten, auch wenn in staatlich veranlassten Studien Infraschall nicht als Ursache der Beschwerden festgestellt wird. Dies ist sachlich darauf zurückzuführen, dass die o.g. Spezifika des Infraschalls aus Windanlagen nicht in die Untersuchung eingingen: eine Studie des Umweltbundesamtes (8) hat Tests mit künstlich erzeugtem, sinusförmigem Infraschall durchgeführt, der nach eigener Aussage in der Realität so nicht vorkommt. Eine finnische Studie (7) hat die Beschwerden der Anwohner von WEA zwar erfasst, die gemessenen und in Tests verwendeten Emissionen jedoch als sogenannte Terzspektren aufgenommen, welche die emittierten peaks nicht erfassen können.

Die Gesundheitsgefahr von Infraschall steht nicht im Zusammenhang mit der der **Hör- oder Wahrnehmungsschwelle** (letztere Bezeichnung ist besonders irreführend). Beide Grenzwerte widerspiegeln die Empfindlichkeit des Hörprozesses in der Cochlea: sie bezeichnen den Schalldruck, den 50 % der Bevölkerung (Hörschwelle) bzw. 90 % (Wahrnehmungsschwelle) im Test nicht mehr hören. Infraschall wird auf anderen Wegen und Mechanismen aufgenommen und verarbeitet als Hörschall.

Die stetig steigende Größe neuer WEA führt zu größeren Rotor-Durchmessern. Dieser betrug z.B. 82 m bei der im Jahr 2010 eingeführten Anlage E82-E2, und 160 m bei der seit 2020 aufgestellten Anlage E 160-EP5. Damit steigt die Länge der Luftsäule, die bei der Passage der Flügel vor dem Mast komprimiert wird, und die Emissionen werden in niedrigere Frequenzbereiche verschoben. Dies führt zu einer höheren Reichweite und tendenziell erhöhtem Gesundheitsrisiko für Anwohner.

Eine umfängliche Begründung der Gesundheitsgefahr durch Infraschall aus Windanlagen und ihre Erklärung auf biologisch-medizinischer Ebene erfordert sowohl weitere Messungen aktueller Emissionen als auch Forschung im Labor- und Feldversuch. Die Physik des Schalls, die Biologie von Signalen und Rezeptoren und gesundheitliche Befunde an Anwohnern bieten sinnvolle Ansatzpunkte. Obwohl naheliegend, wurde es z.B. bisher vermieden, die reale, pulshaltige Emission einer WEA im Infraschall-Bereich aufzuzeichnen und damit Testpersonen im Blindversuch oder im Schlaflabor zu konfrontieren. Das engere Heranrücken von WEA an menschliche Siedlungen sollte den Druck erhöhen, kausale Untersuchungen von konkreten Emissionen entschiedener einzufordern.

1) Roos W, Vahl Ch: Infraschall aus technischen Anlagen-wissenschaftliche Grundlagen für die Bewertung gesundheitlicher Risiken. Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed (ASU) 2021; 56: 420-430. Antworten auf Lesermeinungen in ASU 2021; 56: 719-725, und ASU 2022; 57:53-61.

2) Pilger C, Ceranna L: The influence of periodic wind turbine noise on infrasound array measurements. J. Sound Vib. 2017; 388: 188-200, sowie Replik in J. Sound Vib. 2021, <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2021.116636BGR>.

3) Weichenberger M, Bauer M, Kühler R, et al.: Altered cortical and subcortical connectivity due to infrasound administered near the hearing threshold - Evidence from fMRI. PLOS one 2017; 12: e01744201. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174420>

4) Paller C: Exploring the association between proximity to industrial wind turbines and self-reported health outcomes in Ontario, Canada. MSc Thesis Univ. Waterloo, 2014.

5) Palmer WKG: Why wind turbine sounds are annoying, and why it matters. Global Environ Health Safety 2017; 1: 12-17.

6) Kudella P: TremAc-Schlussbericht, Version Juni 2020. Objektive Kriterien zu Erschütterungs- und Schallemissionen durch Windenergieanlagen im Binnenland. Verbundprojekt des BMWi.

7) Infrasound Does Not Explain Symptoms Related to Wind Turbines, Publications of the Government's analysis, assessment and research activities 2020:34

8) Lärmwirkungen von Infraschallimmissionen, UBA 163/2020