

## Windenergieanlagen und Infraschall: Der Schall, den man nicht hört

👤 Lenzen-Schulte, Martina; Schenk, Maren

ARTIKEL   GRAFIKEN/TABELLEN   LITERATUR   KOMMENTARE/BRIEFE   STATISTIKEN



**Infraschall erreicht das Innenohr, raubt kardialen Myozyten ihre Kraft und schlägt sich im Gehirnsan nieder. Nicht nur Windanlagen erzeugen Infraschall, sind aber eine höchst umstrittene Quelle dafür. Offenbar gerät das Phänomen auch deswegen aktuell in den Fokus der Wissenschaft.**



Foto: picture alliance

Windparks erzeugen Infraschall – Meeresrauschen auch. Dennoch bringen nicht Küstenbewohner ihn als „Bumerang der Energiewende“ in Misskredit, sondern die Nachbarn von Windenergieanlagen (1). Obwohl es zahlreiche andere Quellen von niedrigfrequentem Schall gibt (*siehe Kasten*), geriet der Infraschall in den Fokus der Forschung, seit man sich mit den Gesundheitsrisiken der Windenergieanlagen (WEA) intensiver befasst. In einem aktuellen Review der Fachzeitschrift „Trends in Hearing“ sehen Wissenschaftler um Dr. Simon Carlile von der Universität in Sidney und dem Starking Hörzentrum in Berkeley/Kalifornien viele Argumente für somatische

Effekte von Infraschall. Sie fordern dringend mehr Studien, um genauere Aussagen über Nebenwirkungen und mögliche Gesundheitsrisiken treffen zu können (2).

## Viel Wind, wenig Forschung

Was die Erforschung der Gesundheitsrisiken angeht, legen – nicht überraschend – gerade jene Länder wenig Ehrgeiz an den Tag, die zu den größten Windparkbetreibern weltweit gehören. Nur eine einzige Studie steuert der Weltmarktführer China bei, zwei schaffte man hierzulande in Deutschland, das die dritthöchste Windenergieerzeugungskapazität auf der Welt besitzt (3). Weit weniger Windparks stehen in Australien und Neuseeland, den die Risiken von Infraschall besonders intensiv erforschenden Nationen.

Anzeige



**B12 AnkerMann®**

**B12 AnkerMann®**  
**1.000 µg**  
Hochdosiertes Vitamin B12  
Für Erwachsene  
Für die Anwendung bei Vitamin B12-Mangel

Mehr Informationen

**Empfehlen Sie orales  
hochdosiertes Vitamin B12!**

Pflichttext & Quellen

Die Frequenzen von Infraschall liegen unterhalb von 20 Hertz, er ist normalerweise für das menschliche Ohr nicht zu hören (*siehe Kasten*). Was die Betroffenen beschreiben, ist ein Pulsieren oder ein Druckgefühl auf dem Trommelfell, auch auf der Brust (4). Die Wahrnehmung der tiefen Frequenzen geht offenbar vom Hören zum Fühlen über – perzipiert über Mechanorezeptoren. So spüren die Betroffenen auch Vibrationen, Erschütterungen oder ein Unsicherheitsgefühl (5).

Ob nun hörbar oder nicht – Anwohner in der Nähe von WEA machen Infraschall für zahlreiche gesundheitliche Probleme verantwortlich: Erschöpfung, Schlaflosigkeit, Kopfschmerzen, Atemnot, Depressionen, Rhythmusstörungen, Übelkeit, Tinnitus, Schwindel, Ohrenscherzen, Seh- und Hörstörungen und etliche andere. Aber die Ergebnisse sind höchst inkonsistent. So zeigen zum Beispiel polysomnografische Untersuchungen

zum Schlafverhalten, dass sowohl hörbare als auch nicht hörbare Schallphänomene im Umfeld von Windrädern keine nennenswerten Auswirkungen auf das Schlafverhalten haben (6). Die ebenso unspezifischen wie zahlreichen Beschwerden gaben von Anfang an Anlass zur Skepsis. Das Team um den klinischen Psychologen Prof. Dr. Keith J. Petrie von der Universität Auckland in Neuseeland hat die Frage untersucht, ob die Psyche angesichts eines Windrades in der Nachbarschaft das Krankheitsempfinden triggert.

## Nocebo-getriggerte Symptome

Petrie kann zeigen, dass Negativ-informationen über Windräder ungute Erwartungen triggern und dies eher Symptome verursacht als der Infraschall selbst: 2009 erschien das Buch „Wind Turbine Syndrome – A natural Experiment“ in Australien, das Infraschall von Windturbinen für eine Reihe von Störungen verantwortlich macht. In Petries Studie wurden die Lärmbeschwerden über 51 Windkraftanlagen in Australien aus 2 unterschiedlichen Zeiträumen miteinander verglichen: Einmal aus 1993–2008 vor Erscheinen des Buches, einmal von 2009–2013 danach. 90 % derjenigen, die sich beschwerten, taten dies ab 2009 (7).

Die Arbeitsgruppe um Petrie hat in weiteren Studien mit Placebo-Infraschall die durch negative Erwartungshaltung beeinflussten Symptome untersucht und Nocebo-Effekte belegt (8, 9).

Anzeige



**Helfen bei Ärzte ohne Grenzen**

Ärzte ohne Grenzen

The advertisement features a photograph of a woman with dark hair and glasses, wearing a white t-shirt and a stethoscope around her neck. She is standing outdoors in front of a building. To the right of the photo is a red circular button with a white right-pointing arrow. Below the photo, the text 'Helfen bei Ärzte ohne Grenzen' is displayed in bold, followed by 'Ärzte ohne Grenzen' in a smaller font.

Allerdings erklärt die Psyche die Beschwerden vermutlich nicht allein. Immer öfter zeigen Beobachtungen an den unterschiedlichsten Organen, dass es messbare Effekte von Infraschall gibt. Vergleichsweise gut untersucht wurde die Frage, ob Schall unterhalb der Hörschwelle Auswirkungen auf das Innenohr hat. Die Studien von Prof. Dr. Alec Salt von der Washington

University School of Medicine in St. Louis zeigen, dass die äußeren Haarzellen der Cochlea direkt auf Veränderungen der Tektorialmembran im Innenohr reagieren, da sie mechanisch gekoppelt sind. Die äußeren Haarzellen können somit durch sehr tiefe Frequenzen angeregt werden. Anders ist es bei den inneren Haarzellen, deren Bewegung über Flüssigkeit vermittelt wird (10). Da aber die äußeren Haarzellen die Perzeptionsschwelle der inneren Haarzellen modulieren können, ist ein mittelbarer Effekt von Infraschall auf das Hören zumindest denkbar.

## Parallelen zur Seekrankheit

Unter bestimmten Bedingungen, etwa beim endolymphatischen Hydrops im Innenohr (Morbus Menière), nach Barotrauma oder einem vergrößerten vestibulären Aquädukt könnte das Ohr empfindlicher auf Infraschall reagieren. Das liefert dem kanadischen Otolaryngologen Robert V. Harrison von der Universität Toronto eine Erklärung für das „Wind Turbine Syndrome“ (11). Dieses ist durch Symptome wie Schwindel, Übelkeit und Nystagmus gekennzeichnet.

Harrison erläutert, wie bei ansonsten symptomlosen Menschen Anomalien im Gleichgewichtsorgan, die sich als eine Dehiszenz im superioren (semizirkularen) Vestibularkanal im CT zeigen, Infraschall ebenfalls zu diesen Beschwerden führen könnte. Er sieht darin eine Erklärung für die Tatsache, dass manche Anwohner von WEA die Symptome aufweisen, andere jedoch nicht. Ähnlich sei es bei der Seekrankheit, deren Symptome denen des „Wind Turbine Syndrome“ auffallend ähneln: Auch hier gibt es eine Suszeptibilität bei nur 5 bis 10 % der Bevölkerung, die mit starken Symptomen reagieren (12).

Nicht nur das Ohr könnte betroffen sein. Studien mit Ratten zeigten, dass eine Exposition von Infraschall (140 Dezibel und 8 Hertz) für 2 Stunden täglich über 3 Tage hinweg zu Schädigungen – im Sinne von vermehrten Zellapoptosen – im Hippocampus führte. Eine Erholung erfolgte jedoch prompt, wie sich etwa 48 Stunden nach Sistieren der Beschallung nachweisen ließ (13).

## Kardiomyozyten verlieren Kraft

Das gilt auch für die Beobachtungen am Herzen, die zum Beispiel die Arbeitsgruppe Infrashall an der Klinik und Poliklinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie der Universitätsmedizin in Mainz untersucht. „Uns interessiert, was die mechanische Energie des Schalls mit den Herzmuskelzellen macht“, erklärt der Direktor der Klinik, Prof. Dr. med. Christian Vahl.

In ihrer ersten Versuchsreihe verwendete die Arbeitsgruppe demembranierte Vorhofmyokardfasern von 8 Patienten nach Koronarbypass. Die Signaltransduktion war durch das Auswaschen unterbunden, es blieben nur die Zellen mit ihrem kontraktilen Apparat, die direkt über Lautsprecher mit Infrashall beschallt wurden.

Es zeigte sich, dass sich die Kontraktionskraft der isolierten Herzmuskelpräparate um bis zu 20 % reduzierte – abhängig von Frequenz und Schalldruckamplitude (16). Weitere Versuche mit einem Modell, das der physiologischen Situation näher kommt – indirekte Applikation von Infrashall erst durch die Luft, dann durch den Körper, schließlich ans Herz – ergaben ebenfalls eine Kraftreduktion.

„Unsere Experimente zeigten also, dass Infrashall eine Wirkung auf Myokardgewebe hat. Nicht mehr und nicht weniger“, so Vahl. Es gibt mehrere Arbeitshypothesen, wie Infrashall die Muskelkraft und damit die Pumpleistung des Herzens beeinträchtigen könnte, die man in Mainz in weiteren Tier- und Langzeitversuchen überprüfen will. So könnte die Vibration, also das Schallsignal selbst, die Interaktion der beiden kontraktilen Proteine Aktin und Myosin stören, aber auch auf die mechanosensitiven (Kalzium-)Ionenkanäle in den Myozyten einwirken oder die Konformation etwa von kontraktilen Proteinen verändern.

Andere Arbeitsgruppen konnten ebenfalls Effekte von Infrashall auf Ratten-Kardiomyozyten in Kultur nachweisen. Offenbar geht Infrashall-Exposition mit erhöhtem oxidativen Stress einher (17). Weitere Tierexperimente zeigen, dass sich unter Infrashall die Kalziumströme in Kardiomyozyten hin zur Depolarisation verändern, und bringen Infrashall mit der Entwicklung einer perivaskulären Fibrose am Herzen in Verbindung (18, 19).

Wissenschaftler um Prof. Dr. Simone Kühn am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE) untersuchen die Wirkung von Infraschall auf das Gehirn von Probanden mithilfe funktioneller Magnetresonanztomografie (fMRT) (14).

## Infraschallsignale im Gehirn

„Ist das Gehirn in Ruhe, im sogenannten ‚resting state‘, geht die Stimulation mit Infraschall nah an der Hörschwelle in mehreren Arealen mit Veränderungen der neuronalen Aktivität einher“, erklärt die Leiterin der Arbeitsgruppe Neuronale Plastizität in der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie am UKE. Diese Veränderungen finden sich erstens im superioren temporalen Gyrus für die sekundäre Hörverarbeitung, zweitens im anterioren cingulären Kortex, der üblicherweise aktiv ist, wenn Konfliktsituationen verarbeitet werden. „Der cinguläre Kortex tritt in Aktion, wenn zum Beispiel ein Briefkasten nicht die üblich erwartete Farbe Gelb hat, sondern grün ist – oder auch wenn höhere Aufmerksamkeit gefordert ist“, erklärt Kühn. Drittens ist auch die rechte Amygdala beteiligt, die für Stress- und Emotionsverarbeitung wichtig ist.

„Was das allerdings bedeutet und bewirkt, ist schwer zu beurteilen“, betont Kühn. Es ist auch nicht gesagt, dass es sich stets um negative, die Gesundheit beeinträchtigende Effekte handelt. So zeigt beispielsweise eine der Arbeiten, dass sich unter der Einwirkung von Infraschall sogar das Arbeitsgedächtnis verbessert hat (15).

Derzeit prüft die Arbeitsgruppe die langfristigen Effekte von Infra- und Ultraschall auf das Gehirn. Insgesamt müssten mehr Daten erhoben werden, fordert die Psychologin.

Infraschall gibt es nicht erst, seit WEA gebaut werden. Es existieren erstaunlich viele Quellen für derart niederfrequente Schallwellen (*siehe Kasten*). Sowohl Naturphänomene als auch zahlreiche technische Anlagen und Maschinen gehören dazu. Deshalb hat Infraschall in der Arbeitsmedizin immer schon eine Rolle gespielt.

Das betrifft zum Beispiel Arbeiter aus landwirtschaftlichen Betrieben – Traktoren und Traktor-gekoppelte Erntemaschinen emittieren Infraschall –, aber auch Mitarbeiter in der Flugzeugindustrie. Arbeitsmediziner aus Russland und osteuropäischen Ländern haben hierzu etliche Arbeiten publiziert (20–22). Sie thematisieren unter anderem die Schwierigkeiten der Prävention am Arbeitsplatz. So ist beispielsweise der individuelle Schallschutz am Ohr durch Kopfhörer nutzlos (23). Die meisten der Originalarbeiten sind jedoch auf Russisch oder Polnisch erschienen und wurden in den englischsprachigen Publikationen nicht rezipiert.

## Es fehlen valide Daten

Eine deutsche Publikation zur Frage der Begutachtung von Infraschallschäden am Ohr verweist auf die Rechtslage: In der aktuellen Liste der Berufskrankheiten von 2017 sind Gesundheitsstörungen durch Infraschall nicht aufgeführt worden (5). Als Grund gilt der Mangel an validen Daten (24).

Offenbar lässt der derzeitige Forschungsstand die Schlussfolgerung zu, dass der niederfrequente Infraschall durchaus auf isolierte Präparate wirkt und sich in Veränderungen in der Bildgebung niederschlägt. Zumindest einige Symptome und Beschwerden von Betroffenen ließen sich mit der Beeinflussung von Cochlea und Vestibularapparat erklären. Das Umweltbundesamt schließt Gesundheitsschäden durch eine kurz- und langfristige Exposition gegenüber Infraschall ebenfalls nicht aus (25). Eine negative Erwartungshaltung könnte auch eine Rolle spielen. Insofern bedarf es dringend epidemiologischer Studien, die das genauer untersuchen.

*Dr. med. Martina Lenzen-Schulte*

*Maren Schenk*

Literatur im Internet:

[www.aerzteblatt.de/lit0619](http://www.aerzteblatt.de/lit0619)

oder über QR-Code.