

Kommentar zur LUBW-„Studie“:

Drei elementare Fehler der LUBW-Untersuchung

Zusammenfassung:

Der Bericht der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg mit dem Titel *Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen* ist eigentlich nur ein Messprotokoll und deren Interpretationen und weder eine Studie noch eine wissenschaftliche Abhandlung. Auch wird kein verantwortlicher Autor genannt und die „Bearbeiter“ zwar namentlich benannt, aber ihre Ausbildung und Fachgruppe fehlen. Gleichwohl wurde und wird dieser Bericht in ganz Deutschland von Behörden und Politikern als „die LUBW-Studie“ zitiert und auch vor Gericht als „Beweis“ für die Harmlosigkeit des von Windenergieanlagen ausgehenden Infraschalls gebraucht. So hat sich das ganze Land und die milliarden schwere Windkraftplanung auf eine irreführende Untersuchung verlassen.

Die drei gravierenden und grundlegenden Fehler der viel zitierten LUBW-Untersuchung sind:

- 1) **Nicht- Beachtung der direkten physikalisch schädigenden Wirkung** von Infraschall und damit Gebrauch einer ungeeigneten Messmethode und Bewertungskriterien.
- 2) **Nicht- Beachtung der Zunahme der Infraschallbelastung mit der Windstärke** und Messungen nur im unteren Drittel des Betriebsbereiches.
- 3) **Nicht- Beachtung der Tatsache, dass es kaum noch einzelnstehende Windkraftanlagen gibt**, es bei den langen Wellenlängen des Infraschalls zu **Interferenzbildung** kommt und zusätzlich von den Windrädern erzeugte **Schleppwirbel eine Infraschallquelle darstellen, die in größerer Entfernung zu den Anlagen hohe Schallpegel produzieren.**

1. Direkte physikalische Wirkung

In der im April veröffentlichten Studie¹⁾ von Professor Vahl et al. (Uniklinik Mainz) wird eine direkte menschliche Herzmuskelzellen schwächende Wirkung von Infraschall nachgewiesen. In einem Zeitungsartikel bewertet er sein Ergebnis wie folgt selbst:

(Rhein-Zeitung vom 11.5.):

„Infraschall ist kein esoterisches Phänomen, sondern ein biophysikalisch messbarer Effekt, den man ernst nehmen muss. Die Experimente der Arbeitsgruppe seien im Übrigen wiederholbar und brächten jedes Mal das gleiche Ergebnis, zudem bestätigten sie die Ergebnisse früherer Studien....“

Die Daten unserer Auswertungen sind von enormer Bedeutung und sollten bei der Diskussion von Abstandsregelungen zu Windkraftanlagen beachtet werden... 2 km Abstand zur Wohnbebauung sei wahrscheinlich eine sichere Entfernung.“

Hierbei ist anzumerken, dass sich seine Bemerkung auf die Infraschall-Wirkung bezieht, die einen Menschen mit einer bestehenden Herzschwäche in einen Zustand einer Entgleisung (kardialen Dekompensation) bringen kann. Das ist ein Zustand, der sich über wenige Stunden in einen akut lebensbedrohlichen Notfall entwickelt. Die Herzinsuffizienz ist eine weit verbreitete Erkrankung die 2015 zu 5,1% aller Todesfälle führte.

Es genügt somit **eine einzige Nacht**, in der ein solcher Mensch einer **erhöhten Infraschallbelastung** ausgesetzt ist, um ihn **vital zu gefährden**. (Prof. Vahl wies unter Infraschall eine Schwächung der Kontraktionskraft von Herzmuskelzellen bis 25% nach. Er geht daher von einer Belastung von 90 dB z (unbewertet) aus, die nicht überschritten werden sollte.)

Es müssen daher folgende Bewertungskriterien abweichend von der LUBW-Untersuchung²⁾ gelten:

- 1) Es ist aus vitalen Gründen sicherzustellen, dass **keine Infraschall-Belastung länger als mehrere Stunden** auf einen Anwohner einwirkt, wie z.B. in **einer einzigen windreichen Nacht**.
- 2) Es muss in **dB z (unbewertet)** gemessen werden, also weder in einer A noch G Bewertung.

Zur Erläuterung: Die unbewertete Schallintensität in dB z spiegelt die unverzerrten physikalischen Kräfte im Schall wider. In der Akustik hat es sich bei manchen Fragestellungen jedoch als nützlich erwiesen, dies mit einem Filter auf die menschliche Wahrnehmung passend zu machen. Ähnlich wie man mit einer Brille mit farbigen Gläsern die Farben des Gesehenen verändert. Bei der Betrachtung der reinen physikalischen Wirkung auf den menschlichen Körper ist allerdings der unverfälschte Schalldruck maßgeblich. Diese unverzerrten physikalischen Schalldruckpegel in dB z liegen bis zu 50 dB (bei 1Hz) höher als die in der LUBW-Untersuchung gemessenen und angegebenen Werte in dB G.

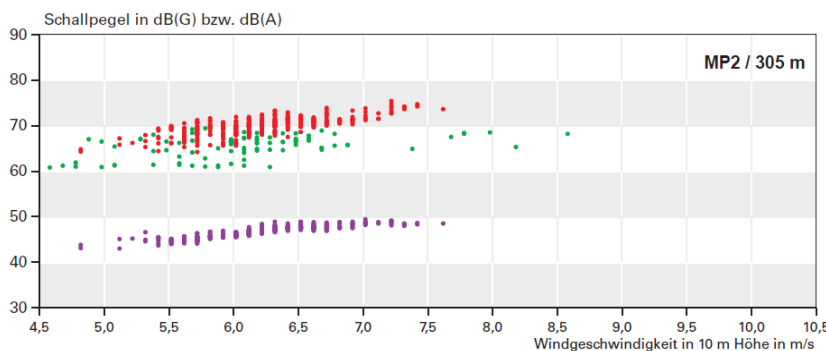


Abb.1 Originalabbildung aus der LUBW-Untersuchung²⁾ der Messwerte an der 3,05 MW Anlage an Messpunkt 2. In 305 m Entfernung von der Windkraftanlage, rot in dB G

Professor Vahl verwendete in seiner Studie Infraschall mit 16 Hz. Es ist anzunehmen, dass die Ergebnisse bei 5Hz oder 2 Hz nicht anders ausfallen würden. Dann wäre die dB G Bewertung bei 5 Hz 12 dB unterbewertet, bei 2 Hz sogar 30 dB ist. Folgend werden den gemessenen Werten daher (Abb. 2) mit einem Zuschlag von 12 dB verändert dargestellt. Zudem sollte laut Professor Vahl die Belastung **90 dB z** nicht übersteigen (rot eingezeichnete Schwelle).

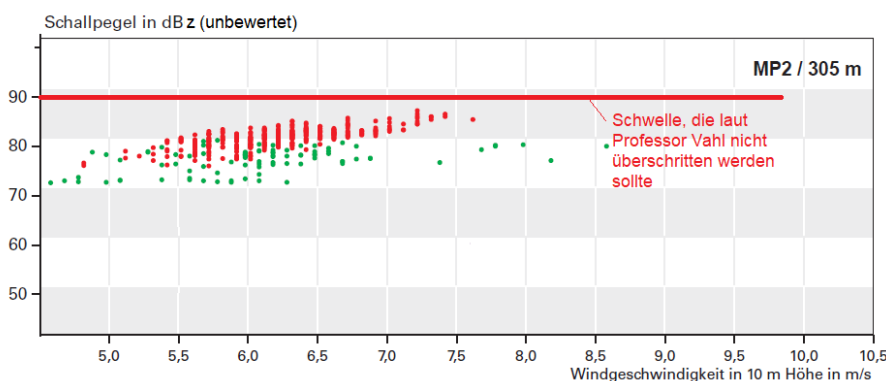


Abb.2 Anpassung der Abb. 1 mit Abschätzung der Messwerte dB z rot mit 12 dB höheren Werten (bei 5 Hz und der Voraussetzung gleicher Ergebnisse in der Vahl-Studie) und eingezeichneter Schwelle von 90 dB z, die laut Prof. Vahl nicht überschritten werden sollte.

Fazit zu Punkt 1 allgemeinverständlich:

Es geht also nicht bloß um die Frage, ob sich Anwohner von Windenergieanlagen an einigen Tagen im Jahr von harmlosen Windgeräuschen belästigt fühlen. Es geht darum, streng sicherzustellen, dass Anwohner mit (einer weit verbreiteten) Vorschädigung des Herzens nicht durch die Anlagen in einen lebensbedrohlichen Zustand abgleiten und ggf. zu Tode zu kommen (bzw. eine erhebliche Verschlimmerung ihres Leidens erfahren müssen).

Hätte die Untersuchung von Professor Vahl im Bereich von 5 Hz oder gar 2 Hz ähnliche Ergebnisse erbracht, wären 90 dB z bei 7 m/sec Windgeschwindigkeit im Abstand von 705 m zu dieser 3,05 MW-Anlage schon klar überschritten. Es besteht also eine gravierende Unsicherheit bezüglich der bestehenden realen Gesundheitsgefährdung.

2. Die grundlegende Tatsache der Zunahme der Infraschallbelastung mit der Windstärke wird von der LUBW-Untersuchung nicht bzw. völlig unzureichend erfasst.

Anwohner machen immer wieder darauf aufmerksam, dass gerade bei stärkerem Wind ihre Beschwerden zunehmen und teilweise unerträglich sind. In einigen Fällen wird berichtet, man habe bei starkem Wind den Eindruck, als würde ein Düsenjet direkt über dem Haus in der Luft stehen aber nicht mehr wegfliegen.

Heute übliche Anlagen werden erst ab einer Windgeschwindigkeit von 25m/sec aus dem Wind genommen (die Rotorblätter werden aus dem Wind gedreht). Es wäre also vor allem zu erwarten, dass durch eine solche Untersuchung Klarheit darüber geschaffen wird, wie sich bei stärkerem Wind bis hin zu Starkwind die Emissionen im Infraschallbereich von Windkraftanlagen verhalten. Das wäre insbesondere wichtig, da wenige Stunden Infraschallbelastung für ein Entgleisen einer Herzschwäche ausreichen würden. Doch hier wird man massiv enttäuscht.

- 1) **Untersuchung an veralteten und schwachen Anlagen:** In der LUBW-Untersuchung wurden drei Anlagentypen untersucht, von denen die Anlage 6 die stärkste Anlage ist, bei der der Einfluss der Windgeschwindigkeit gemessen wurde. „Bei der Windenergieanlage 6 (WEA 6) handelt es sich um eine Anlage der Fa. Enercon, Typ E-101 (Abbildung 4-6), mit einer Nennleistung des Generators von 3,05 MW. Der Rotordurchmesser beträgt 101 m, die Nabenhöhe über Grund 135,4 m.“

Heute werden bereits Anlagen mit 5,6 MW aufgestellt. Es ist bekannt, dass mit der Anlagenstärke die Schallleistung weiter in den Infraschallbereich verschoben wird (siehe Studie³⁾ Møller H, Pedersen C).

- 2) **Auswertung der Abhängigkeit von der Windstärke bereits im unteren Leistungsbereich abgeschnitten:** Auf Seite 20 der Untersuchung findet man zwar: „Die Messung erfolgte in einem Windgeschwindigkeitsbereich von 5 bis 14 m/s, dabei wurde der gesamte Leistungsbereich der Anlage bis zur Nennleistung abgedeckt.“

Dazu ist festzustellen, dass entgegen dieser Aussage in der ganzen Untersuchung kein einziger Messwert einer Anlage über 10,5 m/sec vorliegt. Und gerade bei der „größten“ Anlage (3,05 MW) liegen an den zwei entfernteren Messpunkten, 305 m und 705 m von der Anlage, keine Infraschallmesswerte bei Windstärken über 8m/sec vor.

Es wurde also nur in einem **Leistungsbereich unterhalb von 50% der Nennleistung*** und nur **im unteren Drittel des Betriebsbereichs**** der WKA gemessen!

*Die Leistung eines Windrads steigt mit der 3 Potenz der Windgeschwindigkeit

**bis 25 m/sec

3) Alle Diagramme der Untersuchung zeigen eine Zunahme der Infraschallpegel mit dem Wind:

Die neun Diagramme der LUBW-Untersuchung, die die Abhängigkeit der (logarithmisch dargestellten Schallpegel) in dB G gemessenen Werte von der Windstärke darstellen zeigen **sämtlich** einen klaren Anstieg der Infraschallwerte mit der Windstärke. Das entspricht auch der üblichen Erfahrung, dass Windgeräusche lauter werden, wenn der Wind stärker bläst. Siehe Beispiel Abb. 3. Dabei ist anzumerken, dass sich das Gehör an höhere Lautstärken adaptiert, wie die Augen an eine größere Helligkeit und so der Effekt größer ist, als er empfunden wird.

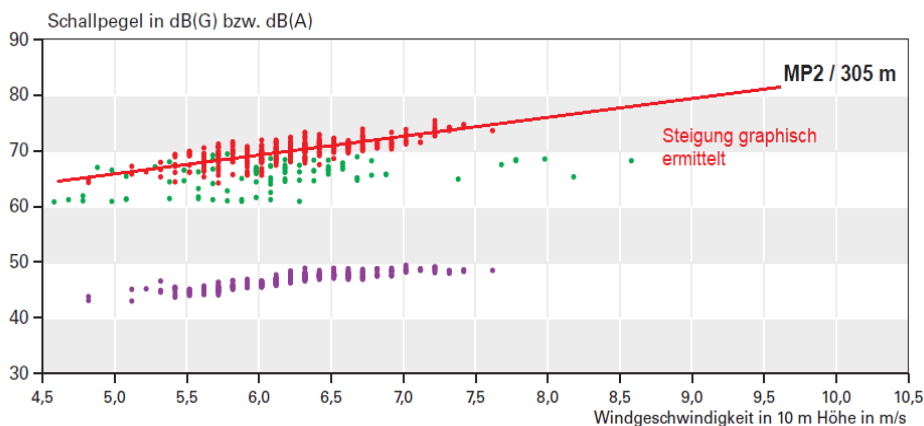


Abb. 3: In das Originaldiagramm eingezeichnete graphisch ermittelte Steigung der Infraschallpegel (3,05 MW) mit der Zunahme der Windgeschwindigkeit. Bei einer Verdopplung steigt der Schallpegel um 12 dB und die Schallleistung im jeweiligen Frequenzbereich auf das Vierfache an.

Zunahme des Infraschalls mit der Windgeschwindigkeit

Üblicherweise wird in Arbeiten mit wissenschaftlichem Anspruch hier mathematisch jeweils die Korrelation errechnet. Man findet in der LUBW-Untersuchung hierzu lediglich unter der Überschrift „Einfluss der Windgeschwindigkeit“ (Seite 22) folgende Aussage: *...sieht man deutlich, dass bei eingeschalteter Anlage auch im tieffrequenten Bereich (inkl. Infraschall) eine ähnliche Abhängigkeit des Schallpegels von der Windgeschwindigkeit besteht wie beim Hörschall. ...* Ansonsten beschreibt man, dass die „Hintergrundgeräusche“ (in Abb. 3 oben in grün) ebenfalls laut seien und Infraschall auch bei ausgeschalteter Anlage zu messen gewesen sei.

Infraschallmessungen im Außenbereich sind außerordentlich schwierig durchzuführen und gerade Windböen stellen als „Hintergrundrauschen“ ein großes Problem dar, das den eigentlichen Infraschall messtechnisch überdeckt. Für Messungen dieser bis zu hunderte von Metern langen Luftdruckwellen benötigt man eigentlich Messanlagen, die ähnlich dimensioniert sind (z.B. durch ein System von Luftröhren), um den Infraschall ausreichend sauber gegenüber den Umgebungsrauschen abzubilden. Ein etwas überzogener aber anschaulicher Vergleich mag das deutlich machen: Genauso wie es schwierig ist, bei heftigem Wellengang den Anstieg der Flut zu messen, so schwierig ist es, den Infraschall während zunehmendem und böigem Wind sauber zu erfassen. (Was innerhalb von Gebäuden meist besser gelingt.) Die Untersucher behielten sich hier nur mit einem kleinen Windschutz über dem Messgerät. Das in der Untersuchung angeführte Problem der Abgrenzung des Infraschalls gegenüber dem Hintergrundrauschen ist daher eher auf messtechnische Unzulänglichkeiten zurückzuführen.

(Natürlich bilden sich bei Wind hinter den Rotorblättern auch bei stillstehenden Anlagen Luftwirbel, die tieffrequente Geräusche erzeugen. Und wie bereits unter Punkt 1 erwähnt, spielt die Wahrnehmungsschwelle bei der direkten physikalischen Wirkung z.B. auf den Herzmuskel überhaupt keine Rolle.)

Es muss also festgestellt werden, dass in der LUBW-Untersuchung trotz klarer Hinweise auf eine deutliche Zunahme der Infraschallpegel mit der Windgeschwindigkeit dieser Tatsache nicht nachgegangen wurde, man sich aber gleichwohl zu verharmlosenden Aussagen hat hinreißen lassen.

4) Allgemeiner Zusammenhang der Windgeschwindigkeit und der Windgeräusentwicklung:

In der [Aeroakustik](#) betrachtet man Luftströmungen um Objekte (wie eine Windkraftanlage), wobei sich die Luft ganz ähnlich wie eine visköse Flüssigkeit verhält. Dabei kommt es zu Strömungsabrissen und Wirbelbildungen, die alle eine Geräuschquelle darstellen.

Diese Schallpegel verhalten sich in einem sehr breiten Geschwindigkeitsbereich (Unterschallgeschwindigkeit) gleichmäßig beschreibbar wobei die Schallleistung exponentiell mit der Windgeschwindigkeit zunimmt. D.h. die Geräuschentwicklung einer Windenergieanlage nimmt prinzipiell auch bis 25m/sec Windgeschwindigkeit (und mehr) nach derselben Gesetzmäßigkeit exponentiell zu. In der halblogarithmischen Darstellung (wie hier verwendet) ist das eine mehr oder weniger steile Gerade. Dabei ist eine Zunahme der Schallleistung mit dem Quadrat der Windgeschwindigkeit eher die untere Grenze der Zunahme. (Bei sog. Dipolen steigt die Schallleistung z.B. mit der 6. Potenz der Windgeschwindigkeit an.)

Dies trifft für die Windgeräusche an Hausfassaden⁴⁾ wie von der Fahrgeschwindigkeit abhängigen Windgeräusche von PKWs⁵⁾ in derselben Weise zu.

(Es ist davon auszugehen, dass die Veränderungen des Anstellwinkels der Rotorblätter der Windräder einen Einfluss haben, der sich aber primär auf den hörbaren Schall auswirkt und kaum auf den Infraschall. Auch gibt es mehrere luftströmungsbedingte-Schallquellen an einem Windrad mit unterschiedlichem Verhalten. Im Infraschallbereich dominiert vermutlich der sog. Schallmonopol der durch die Unterbrechung der ständigen Umströmung der Rotorblätter bei der Passage am Turm entsteht, allerdings auch mit Dipolcharakter.)

Fazit zu Punkt 2

Es ist mit einer exponentiellen Zunahme der Infraschallbelastung bei zunehmender Windgeschwindigkeit zu rechnen. Wir kommen gerade bei Windindustrieanlagen mit höheren Leistungen und Windparks damit bereits bei durchaus häufigen Windgeschwindigkeiten in Entfernungen von deutlich über 1 km über die Grenze der von Prof. Vahl empfohlenen Infraschallbelastung.

Unter Berücksichtigung der Zunahme der Schallpegel mit der Windgeschwindigkeit und bei 5 Hz angenommenen ähnlichen Ergebnissen wie bei der Vahl-Studie, überschreiten wir bei 19 m/sec Windgeschwindigkeit (stürmischer Wind, Stärke 8, der mehrfach im Jahr über viele Stunden anhält) in **1410 m Entfernung** der 3 MW-Anlage bereits die von Prof. Vahl maximal empfohlenen 90 dB z.

Größere und mehrere Anlagen bewirken das Überschreiten der empfohlenen maximalen Belastung also bei deutlich geringeren und viel häufiger auftretenden Windstärken auch in größeren Entfernungen.

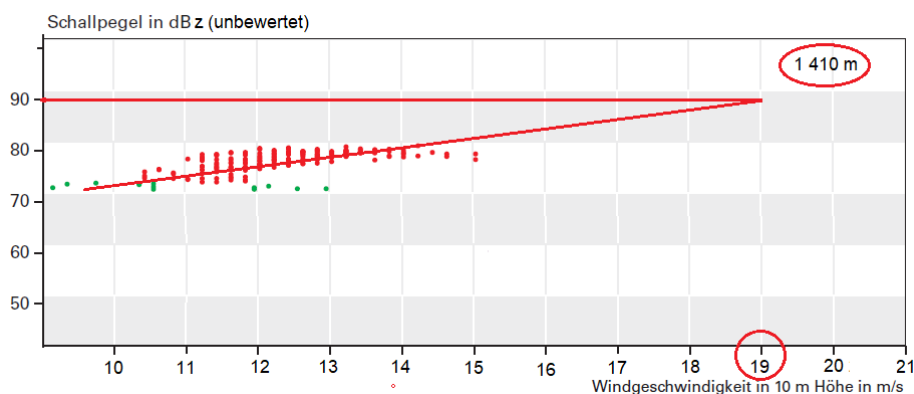


Abb. 4

Bei Verdoppelung der Windgeschwindigkeit bei der 3,05 MW-Anlage, vervierfacht sich die Schallintensität, was wiederum der Situation bei einer Verdopplung der Entfernung (1410 m) entspricht.

Fazit: Pauschale Abstandsregeln, die weder die Größe der Anlagen noch deren Zahl berücksichtigen, sind wissenschaftlich nicht haltbar und unsinnig. Die aktuellen Abstandsregeln sind nach den Erkenntnissen der Mainzer Studie um Professor Vahl offenbar nicht ausreichend. Bestehende Anlagen müssten je nach Abstand zur Wohnbebauung bei deutlich niedrigeren Windstärken abgeregelt werden, um gesundheitliche Schäden bei der Bevölkerung sicher zu verhindern.

3. Erhöhte Infraschallpegel von Windindustrie-Anlagen an weiter entfernten Orten durch Interferenzbildung und Schleppwirbelbildung.

A) Schleppwirbel

Die gesamte abgestrahlte Schallleistung PQ einer Schallquelle ergibt sich aus der Integration der Schallintensität über eine vollständige Hüllfläche. So lösen sich zum Beispiel an den Seitenspiegeln von PKWs Luftwirbel ab, die beim Aufprall auf die Oberfläche der Tür und Scheibe sekundären Lärm erzeugen, die in die Gesamtlärbewertung selbstverständlich einfließen. Genauso erzeugen Windräder ähnlich wie Flugzeuge ausgeprägte Schleppwirbel, die ebenfalls Lärm auch im Infraschallbereich erzeugen und in die Gesamtlärbewertung einfließen müssen. Diese Schleppwirbel können über viele Kilometer stabil sein und wandeln sich beim Aufprall auf ein Hindernis, wie z.B. ein Hausdach und damit dem Abbremsen und Kollabieren der Wirbel in Schall (insbesondere auch Infraschall) um. Siehe hierzu das Paper von Dipl. Ingenieur Jürgen Wagner und Dr. Kaula „[Zuviel Wirbel um Windräder ?](#)“ auf Windwahn.com Dieser wichtige Aspekt, der für die Erfassung der Schallbelastung im Umfeld von Windrädern notwendig ist, wird in der LUBW-Untersuchung völlig ausgelassen.

B) Interferenzbildung

Einzelstehende Windindustrieanlagen sind eine Rarität, doch wurden nur solche in der LUBW-Untersuchung behandelt. Bei den langen Infraschallwellen kommt es jedoch bei mehreren Anlagen, wie z.B. bei Windparks, zu Interferenzbildungen, die unerwartet an entfernteren Orten hohe Infraschallpegel erzeugen. Das bedeutet, die Infraschallbelastung nimmt zunächst mit der Entfernung vom Windrad ab, steigt dann aber wieder an. Auch dieser Aspekt wurde von der LUBW-Untersuchung nicht behandelt. Mehr dazu unter demselben Link „[Zuviel Wirbel um Windräder ?](#)“ wie oben.

Fazit zu Punkt 3)

Wichtige Aspekte, die zur Gefährdung der Gesundheit der Bevölkerung durch den von Windenergieanlagen ausgesendeten Infraschall beitragen, werden weder in der LUBW-Untersuchung untersucht noch angesprochen und daher auch nicht ausgeschlossen. Es gibt viel mehr offene Fragen als sichere Antworten.

Der Windenergieausbau mag daher als ein medizinischer Großversuch an der Bevölkerung bezeichnet werden, der immer deutlicher nicht nur sein hohes Gefährdungspotential zeigt, sondern es ist wissenschaftlich wahrscheinlich, dass bereits viele Menschen durch die Windenergie gesundheitlich geschädigt wurden. Da die Schädigungen und Beschwerden recht allgemeiner Natur sind, wurde dieser Aspekt bisher übersehen, die Dunkelziffer von Geschädigten könnte sehr groß sein.

Quellennachweis:

- 1) Ryan Chaban¹, Ahmed Ghazy¹, Eleni Georgiade², Nicole Stumpf¹, **Christian-Friedrich Vahl**, Department of Cardiothoracic and Vascular Surgery, University Hospital of Johannes Gutenberg University Mainz, Mainz, Germany, ²Faculty of Medicine, University of Mainz, Mainz, Germany: [Negative Effect of High-Level Infrasound on Human Myocardial Contractility: In-Vitro Controlled Experiment](#)
- 2) [Bericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013-2015](#). Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, „Bearbeitung durch: U. Ratzel, O. Bayer, P. Brachat, M. Hoffmann, K. Jänke, K.-J. Kiesel, C. Mehnert, Dr. C. Scheck, LUBW Referat 34 – Technischer Arbeitsschutz, Lärmschutz, Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen
- 3) Møller H, Pedersen C. [Low-frequency noise from large wind turbines](#). Acoust Soc Am. 2011 Jun;129(6):3727-44. doi: 10.1121/1.3543957. Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/5eb3/bf73037fea4bc3fdecd77ace903902c3c285.pdf>
- 4) Wolfgang Herget Peter Brandstät, Bauphysik, 40. Jahrgang Oktober 2018, [Strömungsgeräusche an Fassaden](#)
- 5) Peter Zeller, [Handbuch Fahrzeugakustik](#), 2. überarbeitete Auflage 2012