

THLEmV e. V., Thomas Heßland, Mohrental 8, 99448 Rittersdorf



Thüringer Landtag
Ausschuss für Infrastruktur, Landwirtschaft und Forsten
Jürgen-Fuchs-Straße 1
99096 Erfurt

Per E-Mail:
poststelle@landtag.thueringen.de

Erster Vorsitzender
Thomas Heßland
Tel. 036450 30534
E-Mail: ThomasHessland@gmx.de
Stellv. Vorsitzender
Jochen Langzettel
Mobil: 0152 34245997
E-Mail: lgzjo@online.de

Rittersdorf, 22.11.2020

Anhörungsverfahren gemäß § 79 der Geschäftsordnung des Thüringer Landtages

Betr.: Gesetzentwurf der Fraktion der CDU: Drittes Gesetz zur Änderung der Thüringer Bauordnung - Einführung einer Abstandsregelung von Windkraftanlagen zur Wohnbebauung (Drucksache 7/1584)

Sehr geehrte Mitglieder des Thüringer Landtages,
sehr geehrte Damen und Herren,

der Ausschuss für Infrastruktur, Landwirtschaft und Forsten (AfILF) hat in seiner 7. Sitzung, am 15. Oktober 2020 beschlossen, zum im Betreff genannten Gesetzentwurf ein schriftliches Anhörungsverfahren durchzuführen. Der Thüringer Landesverband Energiewende mit Vernunft e. V. (THLEmV) wurde mit Schreiben der Thüringer Landtagsverwaltung vom 16. Oktober 2020 gebeten, seine Auffassung zur Drucksache 7/1584 bis zum 23.11.2020 darzulegen.

Der THLEmV gibt zur beabsichtigten Änderung der Thüringer Bauordnung folgende **Stellungnahme** ab. Die Mitglieder im AfILF werden gebeten, die Hinweise und Argumente der Stellungnahme zur Kenntnis zu nehmen und entsprechend zu berücksichtigen.

0. Vorbemerkungen:

Der THLEmV vertritt in Thüringen seine Mitglieder, 60 Bürgerinitiativen (BI'n) und Kommunen, die dem Landesverband beigetreten sind.

Die Stellungnahme des THLEmV enthält:

1. die grundsätzliche Position des THLEmV zur Abstandsregelung von Windenergieanlagen,
2. die Auffassung und Bewertung zum vorliegenden Gesetzentwurf (Drucksache 7/1584) und
3. weitere Informationen zu schädlichen Emissionen bei zu geringem Abstand von WEA.

1. Die grundsätzliche Position des THLEmV zur Abstandsregelung von Windenergieanlagen (WEA)

Der THLEmV hält prinzipiell an der Forderung nach einer **10H-Abstandsregelung** fest.

Eine 10H-Abstandsregelung, ist bei immer größer werdenden WEA-Gesamthöhen, insb. bei sogenannten Schwachwindanlagen, durch die physikalisch bedingt höheren Infraschall-Emissionen gerechtfertigt und geboten (Vorsorgeprinzip zum Gesundheitsschutz).

Eine geringere Abstandsregelung als 10H wirkt sich evident und langfristig folgenschwer auf das Wohlbefinden und den Gesundheitszustand der Menschen im nahen Siedlungsraum aus!

Die **einzigste reale Risikovorsorge bei Infraschall besteht in einem ausreichend großen Sicherheitsabstand von den Schallemissionsquellen** (WEA, Windparks) **zur Wohnbebauung.**

Besonders zu berücksichtigen ist dabei, dass sich Menschen den überwiegenden Teil ihrer Lebenszeit im Wohnbereich aufhalten und der besondere Schutzbereich Wohnung, einen persönlichen Schutzraum, ein Jedermann-Grundrecht (gem. Art. 13 und 19 Grundgesetz) darstellt. Außerdem dient der Schlaf der Menschen in der Wohnung der körperlichen Erholung und Stärkung des Immunsystems, der Ausschüttung von Wachstumshormonen, der Regulierung des Stoffwechsels und der geistigen Erholung. Daher hat der „Wohn- und Schlafräum“ einen besonders hohen Stellenwert im Leben; er dient der Gesunderhaltung und dem Wohlbefinden.

Vergl. **Anlage 1: Offener Brief an Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier von Rubikone Team Von Boetticher** und **Anlage 2: Dr. med. Thomas Stiller Infraschall – Bumerang der Energiewende.**

Als 2014 vom Bundestag im Baugesetzbuch (BauGB) eine Länderöffnungsklausel (§ 249 Abs. 3 BauGB) beschlossen wurde, konnten die Länder die Möglichkeit nutzen den räumlichen Geltungsbereich der Außenbereichsprivilegierung für Windenergie neu zu bestimmen und dazu bis Ende 2015 ein Landesgesetz verabschieden. Die Regierungskoalition in Thüringen (TH) – SPD, LINKE und GRÜNE – hat ihren Bürgern eine solche Abstandsregelung bewusst verweigert und die Frist verstreichen lassen.

Als einziges Bundesland machte der Freistaat Bayern (BY) von der im BauGB befristeten Möglichkeit Gebrauch, pauschale Abstände zwischen WEA und Wohngebäuden im Landesrecht festzulegen (10H-Abstandsregelung in BY).

Der Mindestabstand zwischen WEA und Wohngebäuden im Innenbereich muss seither in BY grundsätzlich das Zehnfache der Gesamthöhe der WEA betragen (10H-Regel). Moderne Windenergieanlagen insbes. im windschwächeren Binnenland erreichen Gesamthöhen von 200 m und mehr. Daraus resultiert ein faktischer Siedlungsabstand von 2.000 m und mehr. Ausnahmen von dieser Regelung sieht die Bayerische Landesbauordnung für die Darstellungen in Flächennutzungsplänen vor.

Mit der Neufassung des **§ 249 Absatz 3 im BauGB**, geändert durch **Artikel 2 des Gesetzes vom 8. August 2020** (BGBl. I S. 1793) Quelle:

https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/text.xav?SID=&tf=xaver.component.Text_0&toctf=&qmf=&hlf=xaver.component.Hitlist_0&bk=bgbl&start=%2F%2F*%5B%40node_id%3D%27632472%27%5D&skin=pdf&tlevel=-2&nohist=1

können die Länder in Landesgesetzen den Bezugspunkt (bauliche Nutzung zu Wohnzwecken) den Mindestabstand zu WEA festlegen. Allerdings ist der Mindestabstand durch die neue Bundesregelung nun auf **maximal 1.000 m** zur Mitte des Mastfußes der WEA begrenzt. Darüber hinaus können die Länder weitere Regelungen treffen, insb. auch zur Auswirkung der Abstände auf bestehende Flächennutzungs- oder Regionalpläne. Bestehende Regelungen zu bisherigen Mindestabständen, z. B. die 10H-Regel in BY, die auf Grundlage der bisher bestehenden Länderöffnungsklausel des § 249 Absatz 3 BauGB schon getroffen wurden, haben Bestand.

Thüringen hat eine solche Chance auf Dauer **verwirkt.**

Wenn nun in Thüringen nachträglich mit dem Gesetzentwurf der Fraktion der CDU (Drittes Gesetz zur Änderung der Thüringer Bauordnung) die Einführung einer Abstandsregelung von WEA zur Wohnbebauung von zumindest 1.000 Metern landeseinheitlich festgelegt wird, wird dies gemäß Vorsorgeprinzip den Anforderungen an den Gesundheitsschutz der Menschen nicht mehr ausreichend (im notwendigen Maß) gerecht!

2. Zum Gesetzentwurf (Drucksache 7/1584)

Zu A. Problem und Regelungsbedürfnis

Das Ziel die Akzeptanz für Windenergieanlagen zu erhöhen und gleichzeitig Schutzräume zur Wohnbebauung zu schaffen, indem Thüringen mit § 249 Abs. 3 Baugesetzbuch (BauGB) die Möglichkeit nutzt, landesgesetzlich Mindestabstände von höchstens 1.000 Metern zur bezeichneten baulichen Nutzungen von Wohnzwecken aufzunehmen, ist im Rahmen der nun bestehenden bundesrechtlichen Vorschriften nur ein sehr kleiner Schritt in die richtige Richtung.

Die Regelung sollte jedoch den Gesetzgeber und vor allem die Bürger (Wähler) nicht glauben lassen, dass damit das physikalische Grundproblem der sog. Energiewende und das Problem der gesundheitlichen Beeinträchtigung der betroffenen Bevölkerung mit verheerenden Langzeit- und Spätfolgen (verursacht durch Emissionen der WEA) gelöst werden kann.

An dieser Stelle sei an das ebenfalls verkannte Risiko und die viel zu späte Reaktion der/des Gesetzgeber/s auf das bis heute nicht gelöste Asbestproblem erinnert. Asbest galt einst als Heilsbringer in der Bauindustrie; brachte jedoch langfristig folgenschwere Gesundheitsschäden. Obwohl der Baustoff (Asbest) seit langer Zeit verboten ist gibt es immer noch allein in Deutschland ca. 1.500 Asbesttote jährlich.

Quelle: https://www.haufe.de/arbeitschutz/gesundheit-umwelt/asbest-erschreckende-zahlen-zu-einem-laengst-verbotenen-baustoff_94_292074.html

Zu B. Lösung

Falls Thüringen nun von der Länderöffnungsklausel im BauGB Gebrauch macht und den Mindestabstand gesetzlich auf einheitlich 1.000 Meter festsetzt, welcher für alle Gebiete mit baulicher Nutzung zu Wohnzwecken gelten soll, ist das dennoch begrüßenswert.

Das wäre erstmals eine thüringenweite und damit landeseinheitliche Regelung zu den WEA-Abständen zu Siedlungsflächen - über die Grenzen der Planungsgemeinschaften hinaus (Einheitlichkeit der Verwaltung und Gleichbehandlungsgrundsatz).

Ohne eine solche gesetzliche Regelung bestände sonst die Gefahr, dass die allgemeinen Normen im BauGB nach subjektivem Ermessen weiterhin unterlaufen werden könnten.

In dem Zusammenhang wird auf die unterschiedlichen „harten“ und „weichen“ „Tabuzonen“ (Abstandskriterien) in den Kriterienkatalogen zur Ausweisung der Vorranggebiete Windenergie der vier Planungsregionen in Thüringen hingewiesen.

Selbstredend wird auch vom THLEmV davon ausgegangen, dass

- weitergehende Vorsorgeabstände, die von Planungsträgern für die in den Planungsregionen aufzustellenden Regionalpläne festgelegt werden können, ausdrücklich unberührt bleiben sowie
- die Abstandskriterien von mehr als 1.000 Metern, die vor dem 08. August 2020 (beschlossenes Artikelgesetz) bzw. vor dem 13. August 2020 (Veröffentlichung des Artikelgesetzes im Bundesgesetzblatt) in den Regionalplänen festgelegt waren, Bestand haben und weiterhin gelten.

Nach der vorliegenden Neufassung des § 91 ThürBO werden Wohngebäude und Splittersiedlungen im Außenbereich nicht mit umfasst, es sei denn in der zuständigen Gebietskörperschaft (Gemeinde) existiert dazu eine Außenbereichssatzung.

Noch ein formeller Hinweis: Mit der Änderung der ThürBO ist der erledigte bisherige „§ 91 Erfahrungsbericht“ durch den neuen „§ 91 Windenergie“ zu ersetzen.

Zu C. Alternativen

Aus Gründen einer Ungleichbehandlung und Intransparenz wird die Einführung unterschiedlicher Mindestabstände für unterschiedliche Wohnnutzungen abgelehnt.

Der Verzicht auf die Einführung eines gesetzlichen Mindestabstands ist **nicht** opportun, da in dem Fall die schwache Akzeptanz zu WEA noch mehr leiden würde und auch der immer noch zu geringe Abstand (Schutzraum) zu jedweder Wohnbebauung verspielt wird.

Zu D. Kosten

Kein Kommentar.

3. Weitere Informationen zu schädlichen Emissionen bei zu geringem Abstand von WEA

Das WEA Infraschall (IS) erzeugen und emittieren ist unumstritten. Bisher wird allerdings der IS bei der Projektierung (Schallprognose) und dem Betrieb von WEA nicht berücksichtigt, weil die Windkrafthersteller und Betreiber dazu gesetzlich nicht verpflichtet sind.

Alle bisher angewendeten Regelungen sind zwischenzeitlich überholt und befassen sich nur mit hörbaren Schall, gemessen in dB(A).

Die z. Z. gültigen Normen, **TA-Lärm** (Stand 26. August 1998), **DIN 61400**, **VDE 0127-11** Schallemissionen von WEA, bewerten nur den Schalleistungspegel in dB(A), gemessen im zeitlichen Mittelwert (Terzspektrum). Die damit gewonnenen Schallprognosen und Emissions-/Immissionsmessungen enthalten keinen IS, schon gar nicht den IS kleiner 8 Hz. Die Frequenzen kleiner 8 Hz sind für die Gesundheitsprobleme der Betroffenen (beginnend mit Schlafstörungen bis hin zu Nasenbluten, Tinnitus, Kopfschmerz, Schwindelgefühle, Herzrasen) hauptverantwortlich. Auch die z. Z. in Überarbeitung befindliche **DIN 45680**, niederfrequenter Schall, lässt in der vorgelegten Form keine umfassende Lösung erwarten.

Seit 2014 liegt die **UBA Machbarkeitsstudie Infraschall** vor. In dieser Machbarkeitsstudie wird festgestellt, was getan werden müsste. Leider lässt die Umsetzung in gesetzlich verbindliche Regelwerke schwer (grob fahrlässig) zu wünschen übrig.

Damit sich der AfILF ein Bild vom neusten wissenschaftlichen Stand machen kann, werden diesbezüglich vier Dokumente als **Anlagen 3 bis 6** beigelegt. In den Dokumenten wird verständlich und nachvollziehbar erklärt, was am IS von WEA im Vergleich mit IS aus natürlichen Quellen besonders abweichend und beachtenswert ist. Die Quellen belegen u. a. die Notwendigkeit der gesetzlichen Festlegung von maximal und rechtlich möglichen Abstandsregelungen.

Gesamtvotum:

Aus den vorgenannten Gründen wird der Gesetzentwurf zur ThürBO in der Neufassung des „§ 91 Windenergie“ grundsätzlich befürwortet.

Abschließend stellt der THLEmV ausdrücklich fest, dass der Gesetzentwurf trotz maximaler Ausschöpfung der gesetzlichen Regelung vom Bund nicht annähernd angemessen und ausreichend ist, um dem Vorsorgeprinzip und dem Gesundheitsschutz der Menschen im Umfeld von WEA und Windparks im notwendigen Maß zu entsprechen.

Mit freundlichen Grüßen

im Original gezeichnet

Thomas Heßland

6 Anlagen:

1. Offener Brief an den Bundeswirtschaftsminister
2. Dr. med. Thomas Carl Stiller, zu Infraschall
3. Prof. Roos, Infraschall aus Windenergieanlagen
4. Prof. Roos, gesundh. Beurteilung von Infraschall
5. Statement zur UBA-Studie
6. AEFIS-Stellungnahme zur DIN Norm 45680



v.Boetticher,Stuifenstr.2,73453 Abtsgmünd

Herrn
Peter Altmaier
Deutscher Bundestag
Platz der Republik 1
11011 Berlin

Offener Brief 19.12.2019

Sehr geehrter Herr Altmaier

Nicht nur Umwelt- und Artenschutz sondern Menschenschutz sollte das oberste Gebot sein.
Was nützt ein sog. umstrittener Klimaschutz, wenn Menschen durch z.B. die Windenergie Schaden an ihrer Gesundheit nehmen?

Wir schließen uns Vernunftkraft an, **wenn die Energiewende mit 10H nicht machbar ist, dann ist Deutschland das falsche Land für diese Energiewende!**

Wer kann verantworten, wenn 30% der an Windpark Lebenden erkranken, wie Dr. Mayer in einem Vortrag aufzeigte.





Dr. med. Bernhard Voigt schrieb: „Es ist im höchsten Maße unverantwortlich von einem Gesundheitsministerium zu behaupten, dass tieffrequenter Schall keine physiologische Wirkung haben könne, wenn öffentlich zugängliche experimentelle Ergebnisse das Gegenteil beweisen. Das Gesundheitsministerium versagt der Öffentlichkeit den Schutz vor den potenziellen Risiken des niederfrequenten Schalls durch seinen Mangel an objektiver und ausgewogener Beurteilung.“ (aus einem Brief von Prof. A.SALT, Washington University, St. Louis, USA, an das Gesundheitsministerium in Victoria, AUS.)

Einen eindrucksvollen Bericht zum Windturbinen-Syndrom gibt die amerikanische Medizinerin Dr. NINA PIERPONT in ihrem Buch „Wind-Turbine-Syndrome – A Report on a natural Experiment“.

PIERPONT untersuchte über 4 Jahre in Form einer Fall-/Kontrollstudie mit statistischer Sicherung der Ergebnisse 10 Familien mit 38 Personen, die in der Nähe (innerhalb von 3 km) von WKA (1,5 – 3 MW) wohnten, die nach 2004 errichtet wurden. Sie stellte bei diesen Personen Krankheitssymptome fest, die konsistent von Person zu Person waren, weshalb Sie die Bezeichnung Wind Turbinen Syndrom als gerechtfertigt ansah. Die Symptome des WTS traten erst auf, nachdem die WKA in Betrieb genommen worden waren, sie verschwanden, wenn die Familien ihre Häuser verließen, und traten erneut auf, sobald die Familien wieder in ihre Häuser zurückkehrten. 9 der 10 Familien haben ihre Häuser wegen der Beschwerden für immer verlassen.

Ergebnisse ihrer Studie:

1. Alle Probanden litten unter Schlafstörungen, verbunden mit nächtlicher Angst, Herzrasen und nächtlichem Harndrang.
2. Die Hälfte der Personen hatte Kopfschmerzen während der Einwirkung.
3. Auffallend viele litten unter Tinnitus während der Einwirkung.
4. Mehrheitlich litten die Erwachsenen der Studie unter Symptomen wie:
 - a. inneres Pochen, Zittern, Vibrieren
 - b. Nervosität, Unruhe, Angst, das Bedürfnis zu fliehen
 - c. Schwitzen, schneller Herzschlag, Übelkeit.
5. Fast alle Probanden litten unter Konzentrations- und Gedächtnisstörungen, hinzu kam der teilweise Verlust von kognitiven Fähigkeiten, z. B. nachlassende Leistungen von Kindern in der Schule.
6. Bei den meisten Personen, Erwachsenen oder Kindern, kam es zu erhöhter Reizbarkeit oder Zornanfällen.



7. Ein weiteres Kernsymptom war nachlassende Motivation und Aktivität, verbunden mit bleierner Müdigkeit, vielleicht auch als Zeichen des Schlafmangels.

Das innerliche Zittern, Pochen oder Pulsieren und der damit verbundene Komplex von Nervosität, Angst, Alarm, Reizbarkeit, Herzrasen, Übelkeit und Schlafstörungen stellen den Beschwerdekomples dar, den sie als Windturbinen Syndrom, bezeichnet.

Etwa zwei Drittel der Erwachsenen (14 von 21) wiesen Symptome des WTS auf. Bei 7 von 10 an der Studie teilnehmenden Kindern und Teenagern, welche die Schule besuchten (Alter 5 - 17), war ein Nachlassen in der schulischen Leistung im Vergleich zum Zeitraum vor der Exposition zu verzeichnen, hingegen trat eine beachtenswerte Verbesserung ein, nachdem die Familien von den WKA weggezogen waren. Die Schlüsselrolle für das Verständnis des WTS spielt das Otolithenorgan, ein Bestandteil des Gleichgewichtsorgans. Amerikanische Forscher konnten 2008 nachweisen, dass das Vestibulärsystem des Menschen eine sehr hohe Sensitivität für Vibrationen und niedrige Frequenzen hat.

Prof. Dr. Werner Mathys (siehe Anlage Argumente Gesundheit) Windenergieanlagen emittieren hörbaren Schall und Infraschall. Darüber gibt es keinen Zweifel. Große Zweifel bestehen jedoch an der Art und Weise, wie damit in den Ländern in Hinblick auf den weiteren Ausbau der Windenergie umgegangen wird. Schallemissionen moderner und großer Windkraftanlagen steigen im Falle von Windparks auf weit über 20 Kilometer (BGR) zeigen Untersuchungen der BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe).

**Wird hier Gesundheitsschutz dem Ziel der sogenannten Energiewende geopfert?
Nimmt man Gesundheitsschädigungen billigend in Kauf?**

Dr. Fugger: Wie weit Infraschall reicht, sollen folgende Beispiele verdeutlichen: Wenn in den USA Sensoren zur Erfassung von „seismischen Aktivitäten“ - sprich Erdbeben - aufgestellt werden, so müssen diese einen **Mindestabstand von 20 bis 25 km zu Windparks** einhalten, damit die Messungen nicht von dem dort ausgehenden Infraschall verfälscht werden.

Aber auch in Deutschland kennt man solche Abstände:

Im Rahmen des Atomwaffen-Sperrvertrages wurden in Deutschland im Jahre 2005 Messstationen zur Infraschall-Überwachung eingerichtet.

Industrieparks mit Megawatt-Windkraftanlagen, die in der Nähe von solchen Messstationen errichtet werden sollen, **müssen einen Abstand von 25 km einhalten** damit die Arbeit der Messstationen auch bei ungünstigen Wetterlagen nicht gestört wird (Cerrana u.a., Bundesanstalt für Geowissenschaften 2005).

In einer der wenigen gut dokumentierten deutschen Untersuchung hat man 2005 eine weibliche Versuchsperson einem Infraschall ausgesetzt, der von einem einzelnen großen 5-MW-Windrad bei ruhigem Wetter in einer Entfernung von 15 km ankam. Die Versuchsperson konnte den Infraschall nicht wahrnehmen und ihn natürlich auch nicht hören. Selbst in dieser Entfernung vom 15 km konnte man veränderte Gehirnströme messen (Weiler 2005).



Die einzige echte Risikovorsorge beim Infraschall besteht also in einem ausreichend großen Sicherheits-Abstand zur Wohnbebauung.

Es ist aber in der Medizin bekannt, dass **chronische Krankheiten** nach dem **Dosis-Wirkungsprinzip** entstehen (Dosis im Körper ist das Produkt aus **Intensität mal Wirkungsdauer**) -> „**Die Dosis macht das Gift**“.

Dies macht plausibel, warum Infraschallfolgen erst nach Monaten oder Jahren der Belastung entstehen können und die Ursache der Erkrankungen somit verschleiert wird.

Wer übernimmt die Verantwortung für chronische Gesundheitsschäden, die sich erst in einigen Jahren bemerkbar machen?

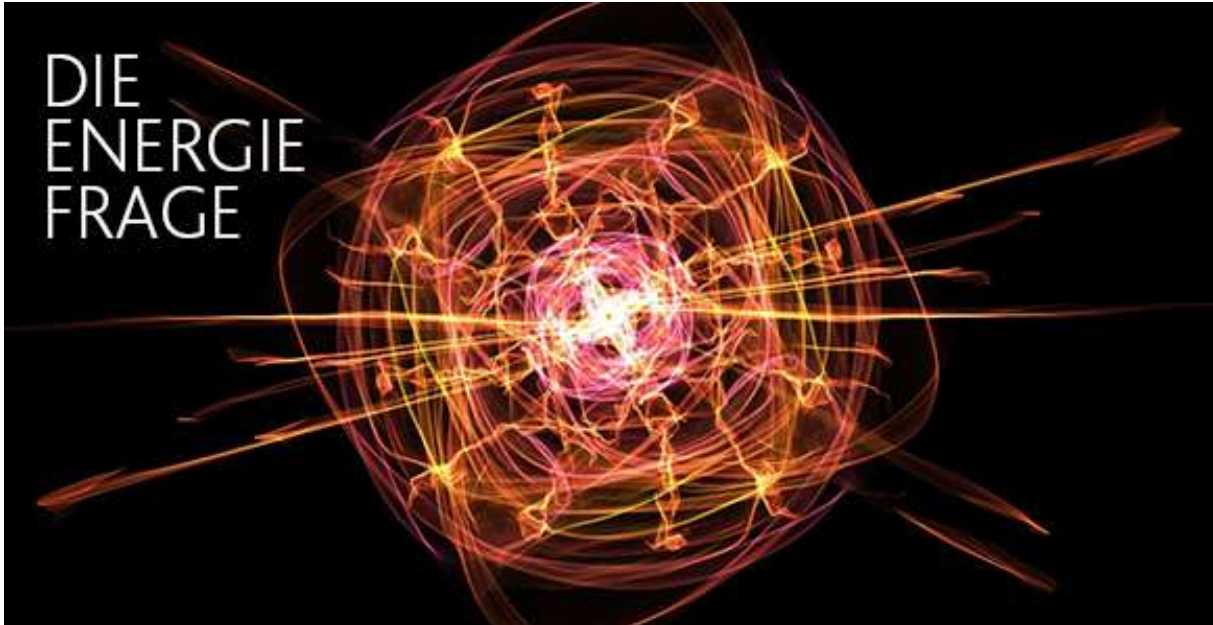
Wenn die Energiewende mit 10H nicht machbar ist, dann ist Deutschland das falsche Land für diese Energiewende!

Das höchste Gut der Menschen ist ihre Gesundheit. Setzen Sie sich für die Menschen ein.

Mit freundlichen Grüßen
Rubikone Team
Von Boetticher

https://www.deutscherarbeitgeberverband.de/aktuelles/2017/2017_03_27_dav_aktuelles_energiefrage.html

Infraschall – der Bumerang der Energiewende



"Ich fühle, was Du nicht hören kannst." So beschreiben Anwohner gerade von Windkraftanlagen oft ihre Beschwerden, ausgelöst durch niederfrequente Geräusche (Infraschall). Aber was ist die Ursache von Infraschall, welche Auswirkungen hat er auf Menschen, welche Normen regeln die erlaubten Schallemissionen und was ist der Stand der Wissenschaft auf diese Fragen? Ein "Die Energiefrage"-Gastbeitrag von Dr. med Thomas Carl Stiller.

Unhörbarer aber biophysologisch wirksamer Schall ist keine Science Fiction, sondern eine zunehmende Bedrohung für die Gesundheit. Zunächst ein paar physikalische Grundlagen: Schall ist die Druckänderung in einem Medium wie z.B. Luft und breitet sich wellenförmig um die Quelle aus. Je tiefer die Frequenz, desto weiter wird Schall in der Luft transportiert. Sehr tiefe Frequenzen werden zudem auch durch geschlossene Gebäude hindurch übertragen. Durch Schallreflexionen und Überlagerungen kann er dann örtlich zu überhöhten Schalldruckwerten führen. Generell werden Töne und Geräusche über Frequenz, Klangfarbe und Lautstärke beschrieben. Das menschliche Gehör kann Frequenzen etwa im Bereich von 20.000 Hz, also Schwingungen pro Sekunde (hohe Töne) bis 20 Hz (tiefe Töne) hören. Der Schallbereich oberhalb einer Frequenz von 20.000 Hz wird als Ultraschall, unterhalb von 200 Hz als tieffrequenter Schall, unterhalb von 20 Hz als Infraschall bezeichnet. Sowohl Infra- als auch Ultraschall werden vom Ohr nicht mehr wahrgenommen, für Infraschall hat der Körper aber eine subtile Wahrnehmung, und manche Menschen sind für tieffrequenten Schall besonders empfindlich.

In der Natur sind tieffrequente Schwingungen allgegenwärtig. Beispielsweise wird das Meeresrauschen über viele hundert Kilometer in der Atmosphäre übertragen, manche Zugvögel orientieren sich daran. Der Schalldruck natürlicher Geräusche im Infraschallbereich ist allerdings recht gleichmäßig auf die verschiedenen Frequenzen verteilt und wird vom Menschen nicht als störend empfunden. Der Infraschall von Windkraftanlagen ist noch kilometerweit messbar(1).

Demgegenüber trifft der Mensch auf technisch erzeugten Infraschall oft in seiner nächsten Umgebung. In Wohngebieten kommen im Zeitalter der Energieeffizienz-Vorschriften für Neubauten immer häufiger Luftwärmepumpen als Energiequelle zum Einsatz, die in der Anschaffung günstiger als viele andere Heizsysteme sind. Im Betrieb sind sie aber häufig lästig für die Nachbarn, wenn die Kompressoren zu laut sind und zu lange laufen. Noch problematischer sind Windkraftanlagen, insbesondere die modernen Großanlagen, die zumeist vor Dörfern und Siedlungen in geringem Abstand zur Wohnbebauung platziert werden. Bei jedem Durchgang eines Rotorblatts vor dem Mast wird eine Druckwelle erzeugt, viele Menschen nehmen diese als periodisches "Wummern" wahr, manchmal auch im Abstand von mehreren Kilometern.

Die Folgen von technisch erzeugtem Infraschall werden erst allmählich verstanden. Etwa 10 – 30 Prozent der Bevölkerung sind für Infraschall empfindlich. Diese Menschen, in Deutschland mehrere Millionen, entwickeln zahlreiche Symptome, die wir Ärzte erst allmählich zuordnen lernen. Die niederfrequenten Schwingungen aus Kompressoren und Windkraftanlagen erzeugen bei diesen Menschen Stressreaktionen, die sich u.a. in Schlafstörungen, Konzentrationsstörungen, Übelkeit, Tinnitus, Sehstörungen, Schwindel, Herzrhythmusstörungen, Müdigkeit, Depressionen und Angsterkrankungen, Ohrenschmerzen und dauerhaften Hörstörungen äußern. Physiologisch gesehen kommt es u.a. zu Schädigung der Haarzellen des Corti Organs der Hörschnecke und zu Dauerreizungen in Hirnarealen wie z. B. dem Mandelkern (Amygdala, Angstzentrum)(2). Wirkungen auf Herz und Gefäße mit krankhaften Veränderungen des Bindegewebes in den Arterien am Herzbeutel (Perikard) wurden bei langjährig Schallexponierten und im Tierversuch nachgewiesen(3).

Die Betroffenen können den Gesundheitsbeeinträchtigungen und Belästigungen nicht entrinnen. Sie sind oft über einen langen Zeitraum zunächst unbemerkt wirksam. Eine neurobiologische Gewöhnung empfindlicher Personen an technischen Infraschall ist nicht bekannt. Oft wird fälschlich behauptet, dass die Symptome mit der persönlichen Einstellung der Betroffenen gegenüber den Infraschallquellen zu tun habe, eine positive Einstellung gegenüber der heutigen Energiepolitik also vor Infraschall-Symptomen bewahre. Das ist leider in der medizinischen Praxis nicht zu beobachten, die Symptome treffen alle Empfindlichen gleichermaßen. Zahlreiche internationale Studien wurden hierzu in den vergangenen Jahren durchgeführt, in Deutschland ist diese Forschung allerdings noch kaum entwickelt und auf politischer Ebene nahezu unbekannt.

Treten die Symptome aber ein, können Betroffene kaum reagieren. Wer in einem von tieffrequentem Lärm und Infraschall beeinträchtigtem Wohngebiet lebt, kann in der Regel nicht so einfach wegziehen, wenn er dafür z.B. sein Haus verkaufen müsste, das durch Windkraftanlagen in der Nähe stark an Wert verloren hat.

Wer kann in der heutigen Arbeitswelt noch Leistung bringen, wenn er durch Infraschallbelastungen nicht schlafen kann und im eigenn Haus keine Ruhe findet(4)? Wie lange können Betroffene dies gesundheitlich und finanziell kompensieren? Infraschall-empfindliche Menschen stecken im tragischen Dilemma: Ihre Beschwerden werden nicht ernst genommen und juristisch kommen sie wegen der mangelhaften Immissionsschutzverordnungen nicht weiter.

Der Akustiker Steven Cooper hat zusammen mit einem Windparkbetreiber in Australien die Auswirkungen von Infraschall auf die lokale Bevölkerung näher untersucht. Anwohner in der Nähe eines Windparks klagten über die oben genannten Beschwerden. Sie hatten den Windpark aber nicht direkt vor Augen. Cooper ließ sie ihre Symptome mit genauem Zeitpunkt notieren und überprüfte die Korrelation mit der Aktivität der Windkraftanlagen: Die Symptome waren am stärksten, wenn die Windkraftanlagen besonders aktiv waren(5).

In Dänemark haben Informationen über Missbildungen und Fehlgeburten auf einer Nerzfarm, in deren Nähe nachträglich Windkraftanlagen gebaut wurden, sowie gehäufte Berichte von Krankheitssymptomen von Menschen in der Nähe von Windkraftanlagen zu einem Ausbaustopp geführt, der genutzt wird, um die Zusammenhänge näher zu untersuchen. Auch hierzulande wird umweltmedizinisch das Thema Infraschall schon länger ernst genommen(6).

Alle bislang gültigen Schutznormen wie die Technische Anleitung (TA) Lärm und die DIN 45680 gehen davon aus, dass nur solcher Schall schaden kann, der vom Ohr wahrgenommen werden kann(7). Andere Formen der Wahrnehmung von Schall bleiben also außen vor. Auch die Messvorschriften sind nicht hilfreich, da nur Schall oberhalb von 8 Hz gemessen wird, obwohl moderne Messgeräte auch Frequenzen von < 1 Hz erfassen können und der Infraschallbereich im Bereich 1 – 8 Hz besonders starke gesundheitliche Beeinträchtigungen bewirkt. Die vorgeschriebenen Schallmessungen mitteln auch einzelne Frequenzspitzen weg. Sie orientieren sich an dem Dezibel-A-Filter, der der menschlichen Hörkurve im hörbaren Schallbereich folgt und über viele verschiedenen Frequenzen mittelt, anstatt linear und schmalbandig zu messen, wie es zur Vermeidung von Gesundheitsgefahren im Infraschallbereich angemessen wäre. Weiterhin sind häufig veraltete Messsysteme und Mikrophone, die nicht genau genug im Infraschallbereich messen, immer noch im Rahmen der aktuell gültigen Vorschriften zur Messung zugelassen. Dadurch entgehen der Messung gerade die für Menschen schädlichen Schallphänomene unterhalb von 20 Hz. Da diese Messvorschriften die Grundlage für Genehmigungsverfahren für technische Anlagen sind, müssen sie dringend an den Stand der Messtechnik angepasst werden. Wären die Normen und Vorschriften für Genehmigungsverfahren technischer Anlagen auf der Höhe des internationalen Erkenntnisstandes, hätte dies direkte Auswirkungen: Die Messvorschriften für Schalldruck entsprächen dem Stand der Technik, die Grenzwerte für Infraschalldruck wären niedriger angesetzt, die Modelle zur Ausbreitung von Infraschall entsprächen dem Stand der Forschung und die Bauweise von Anlagen wäre optimiert in Bezug auf die Emissionen tieffrequenten Schalls.

Werden technische Infraschallquellen gerade aus Windkraftanlagen nicht schnell und nachhaltig genug beseitigt, werden sich die Beschwerden der Bevölkerung zu einem gesundheitlichen Bumerang der Energiewende entwickeln. Eine neue Volkskrankheit mit Fallzahlen wie bei Diabetes und Krebs ist zu erwarten. Es ist höchste Zeit für die politisch Verantwortlichen, ihrer Schutzverpflichtung für Mensch und Natur gerecht zu werden und die aus präventivmedizinischer Sicht wichtigsten Maßnahmen einzuleiten: ein sofortiges Ausbaumoratorium für Windkraft, größere Mindestabstände zwischen Mensch und Windkraftanlagen, objektive Infraschall-Forschung auf dem Stand der Technik, moderne Messvorschriften in den entsprechenden DIN-Normen und strengere, an Schallphysik und -biologie ausgerichtete Schutzverordnungen.

(1) Lars Ceranna, Gernot Hartmann & Manfred Henger; "Der unhörbare Lärm von Windkraftanlagen - Infraschallmessungen an einem Windrad nördlich von Hannover, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Referat B3.11, Seismologie, 2004

(2) A. N. Salt, J.T. Lichtenhan; "Perception-based protection from low- frequency sound may not be enough"; InterNoise 2012. <http://oto2.wustl.edu/cochlea>. A. N. Salt, J.T. Lichtenhan; "How does wind turbine noise affect people?", 2014.

(3) Alves-Pereira M, Castelo Branco NA; Prog. Biophys. Mol. Biol. 2007 Jan-Apr 93(1-3): 256-79. Epub 2006 Aug 4.; "Vibroacoustic disease: biological effects of infrasound and low-frequency noise explained by mechanotransduction cellular signaling".

(4) Claire Paller (2014). "Exploring the Association between Proximity to Industrial Wind Turbines and Self-Reported Health Outcomes in Ontario, Canada"; UWSpace, <http://hdl.handle.net/10012/8268> .

(5) Steven Cooper; "The results of an acoustic testing program Cape Bridgewater Wind Farm"; 44.5100.R7:MSC; Prepared for: Energy Pacific (Vic) Pty Ltd, Level 11, 474 Flinders Street, Melbourne VIC 3000, Date: 26th Nov, 2014.

(6) Robert Koch Institut; "Infraschall und tieffrequenter Schall – ein Thema für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz in Deutschland?", Mitteilung der Kommission "Methoden und Qualitätssicherung in der Umweltmedizin". Positionspapier der Ärzte für Immissionsschutz (www.aefis.de)

(7) Normen: DIN 45680, 45401, 45651; Technische Anleitung Lärm (TA Lärm). "Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren". DIN EN 61260: 2003-03; "Elektroakustik – Bandfilter für Oktaven und Bruchteile von Oktaven"; DIN EN 61400-11; "Windenergieanlagen, Teil 11: Schallmessverfahren, Akustik, Elektroakustik"; "Normfrequenzen für Messungen" (zurückgezogen), "Oktavfilter für elektroakustische Messungen" (zurückgezogen).

Infraschall aus Windenergieanlagen – was man heute dazu wissen sollte

- Professor Werner Roos, Oktober 2020 –

In den letzten Monaten wurde der **Druck zur Planung und Aufstellung von Windenergieanlagen** <https://www.vernunftkraft.de/treppenwitz-nicht-lustig/> auf vielen Ebenen erheblich verstärkt. Bundesregierung, Landesregierungen und Windindustrie räumen bisherige Rücksichten auf Menschen und Naturräume aus dem Weg, um eine extreme Flächendichte dieser Anlagen zu erreichen, wie sie in solcher “Gründlichkeit” in keinem anderen Land Europas verwirklicht wird. Ein wesentlicher Teil dieser Strategie besteht darin, die potentielle Gefahr des von Windanlagen ausgehenden Infraschalls für die Anwohner zu verharmlosen. Dabei wird die Tatsache genutzt, dass auf diesem Gebiet wissenschaftlich haltbare Daten nur unzureichend vorhanden sind und stattdessen häufig oberflächliche bzw. eng begrenzte Informationen in Umlauf gebracht werden.

Bereits 2016 wurde durch die Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) verbreitet, Infraschall aus Windanlagen sei nicht problematischer als die Emission von Haushaltsgeräten oder fahrender PKW (LUBW, 2016). Abgesehen davon, dass die Benutzung eines Haushaltsgeräts und das Fahren im Auto nicht vergleichbar sind mit der Suche nach erholsamen Schlaf, sind auch die technischen Randbedingungen, wie das LUBW vorgeht, unzureichend. Im kritischen Frequenzbereich unterhalb von 8 Hz wurden nur wenige und technisch unzureichende Messungen publiziert, insbesondere wurde das Infraschall-Rauschen des Hintergrunds nicht klar von der Emission der Anlagen getrennt. Bis heute wird an der widerlegten These festgehalten, Infraschall-Intensitäten unterhalb der Wahrnehmungsschwelle (das sind Schalldrucke, die 90 % der Menschen nicht mehr hören) seien nach aktuellem Wissen unschädlich. Spätestens seit 2017 ist bekannt, dass Infraschall unterhalb der individuellen Hörschwelle wahrgenommen werden kann und definierte Gehirn-Areale aktiviert (Weichenberger et al. 2017).

In dieser Situation erscheint es sinnvoll, sich der Charakteristika des von Windanlagen ausgehenden Infraschalls zu erinnern und auf wesentliche Aspekte ihrer Wirkung auf den Menschen hinzuweisen.

Die wichtigste Evidenz: erkrankte Anwohner

Es ist unbestritten, dass manche Anwohner von Windanlagen unter einem Stress-Syndrom leiden, welches mit hochgradigem Schlafmangel beginnt und zu Angstreaktionen, Depressionen und Herz-Kreislauf-Erkrankungen führt. Die Anzahl der Betroffenen in Deutschland steigt mit der Anlagen-Dichte und wird auf Grund der Befunde von Praxis-Ärzten auf mindestens 180 000 geschätzt (Kaula, 2019). Viele der Betroffenen haben ihre Gesundheitsprobleme und den

Bezug zu benachbarten Windanlagen auch [per Video dokumentiert.](https://www.dsgs.info/VIDEOS/DSGS-e-V-Betroffenen-Videos/index.php/)

<https://www.dsgs.info/VIDEOS/DSGS-e-V-Betroffenen-Videos/index.php/>
Der Anteil von Erkrankten an der Gesamtzahl der exponierten Menschen ist schwer abschätzbar, weil die einzelnen Symptome (Schlafstörungen, Schwindelanfälle, Atemnot, Angstzustände etc.) für sich allein wenig spezifisch sind und auch von Ärzten oft nicht den benachbarten Windanlagen zugerechnet werden. Außerdem wirken lokale Gegebenheiten wie Geländestruktur, Vegetation, Windrichtung und – aufkommen etc. stark modifizierend. Die häufig genannte Zahl von 10 – 30 % Erkrankten ist eine auf ärztlicher Erfahrung beruhende, grobe Abschätzung. Vieles spricht heute dafür, dass individuell unterschiedliche Empfindlichkeiten eine erhebliche Rolle spielen: bei sensiblen Patienten erfolgt die unbewusste Wahrnehmung der Druckschwankungen offenbar bei wesentlich geringeren Intensitäten als bei anderen, mit steigender Intensität reagieren aber sehr wahrscheinlich alle Anwohner. Wenn also bisher keine gesicherte Prozentzahl von Betroffenen genannt werden kann, ist das Fehlen solcher Zahlen keinesfalls ein Beleg für eine geringe oder fehlende Gesundheitsgefahr von Windanlagen. Es kommt heute mehr denn je darauf an, Bewohnern aus der Umgebung von Windanlagen eine vorurteilsfreie Diagnostik und ggf. Behandlung zukommen zu lassen. Dies wird auch die aktuell hohe Dunkelziffer reduzieren und eine verlässliche Abschätzung der durch Windanlagen verursachten Erkrankungen ermöglichen. Immerhin wird in der Neufassung der DIN 45680, welche eine Grundlage für die immissionsrechtliche Beurteilung von Windanlagen bildet, auf die reale Gefahr von Infraschall aus Windanlagen für die menschliche Gesundheit zumindest hingewiesen.

Die Charakteristika der Emission aus Windanlagen – steile Pulse des Schalldrucks

Seit langem ist bekannt, dass der von Windanlagen ausgehende Infraschall eine besondere Signatur aufweist, die ihn vom Infraschall-Rauschen der natürlichen Quellen (Wind im Wald, Brandung, Gewitter etc.) unterscheidet. Es handelt sich dabei um steile peaks des Schalldrucks, die offensichtlich bei der Passage der Flügel vor dem Mast entstehen. Bei einer Flügelpassage pro Sekunde (also 20 rpm) liefern dreiflügelige Anlagen Druckimpulse mit der Grundfrequenz von 1 Hz und den zugehörigen Oberschwingungen (Harmonischen) im Bereich bis ca. 8 Hz. Der Nachweis und die spektrale Darstellung dieser pulsierenden Emission wurde in Deutschland m.W. erstmals 2008 publiziert (Ceranna et al. 2008). Der Zusammenhang zwischen Drehzahl und Frequenz der emittierten Druckpulse wurde seither mehrfach bestätigt (NCE 2015, BGR 2017, Palmer 2017).

Die Flankensteilheit der Peaks bedingt, dass sie nur bei einer hoch aufgelösten spektralen Messung und Darstellung sichtbar werden, die meist als Schmalbandspektrum bezeichnet wird. Abb. 1 zeigt dazu Spektren der US-Firma Noise Control Engineering. Häufig werden Schall-Analysen jedoch in Form von Terz- oder Oktavspektren durchgeführt: ein Frequenzbereich wird in

mathematisch definierte Bänder (Segmente) von der Breite einer Oktave oder einer Terz eingeteilt. Für jedes Band wird der gesamte Schalldruck erfasst und bei der mittleren Frequenz dieses Bandes in das Spektrum eingetragen. Bei diesem Verfahren hat ein Peak, also ein herausragender Wert des Schalldrucks in einem sehr engen Frequenzbereich, nur einen geringen Einfluss auf das Ergebnis. Er trägt umso weniger dazu bei, je steiler er ist, d.h. je mehr andere, niedrigere Schalldrücke miterfasst werden. Daraus resultiert eine Glättung der Druckschwankungen mit der Folge, dass die Pulse des Infraschalls aus Windanlagen schon in Terzspektren kaum mehr erkennbar sind (Abb. 2). Die Notwendigkeit hoch aufgelöster spektraler Messungen zur Charakterisierung pulshaltiger Emissionen ist seit langem anerkannt (z.B. The Accoustic Group, 2014).

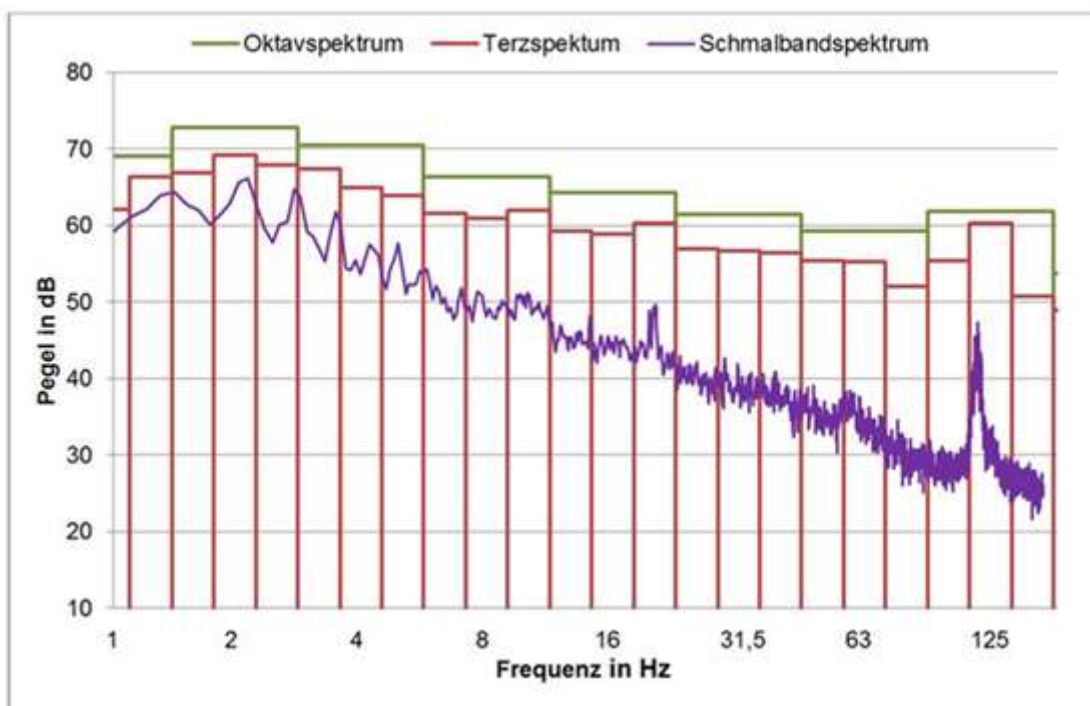


Abb. 1 Schmalbandspektren von 2 Windanlagen mit konstanter Drehzahl bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten (Insert). Die Grundfrequenz ($1 \times BPF$) beträgt 0,72 Hz. Der Schalldruck des Windes erzeugt die Unterschiede zwischen den Messungen, die Frequenzmaxima aus den Anlagen ändern sich kaum (gut erkennbar an den Oberschwingungen, $2 \times BPF \dots 6 \times BPF$). Mit steigendem Gesamtdruck, etwa unter 1 Hz, verschwindet der Peak der Grundfrequenz. Quelle: NCE 2015, Fig. 6.

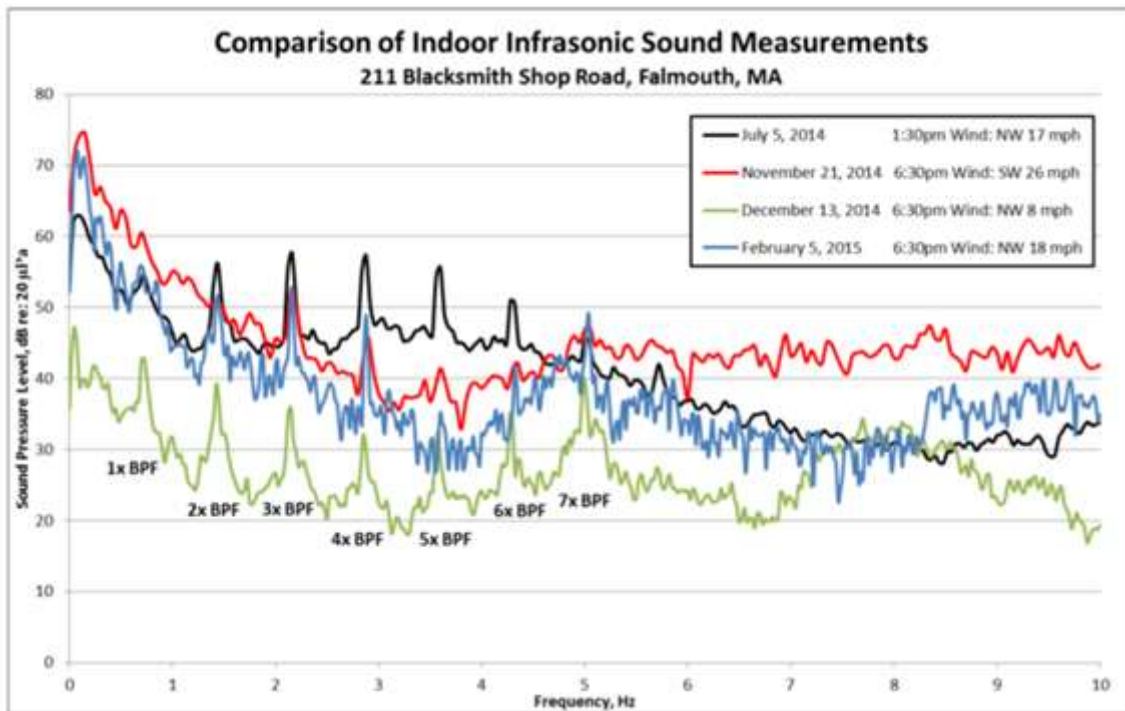


Abb. 2 Vergleich von Schmalbandspektrum (blau), Terzspektrum (rot) und Oktavspektrum (grün) für einen identischen Messzeitraum an derselben Windanlage. Erklärung im Text. Quelle: [LUBW, 2019](https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/erneuerbare-energien/messbericht-infraschall) <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/erneuerbare-energien/messbericht-infraschall> , Abb.2

Terzspektren sind ein nützliches und oft verwendetes Mittel, größere Frequenzbereiche von Schallemissionen abzubilden, aber als physikalische Grundlage zur Erfassung von Infraschall-Wirkungen aus Windanlagen ungeeignet. So kommt z.B. eine jüngst veröffentlichte Studie im Auftrag der finnischen Regierung zu dem Schluss, die von Anwohnern einiger Windparks geäußerten Beschwerden seien nicht mit der Infraschall-Emission der Anlagen korreliert (Maijala et al. 2020). Da jedoch die Emissionen ausschließlich als Terzspektren gemessen wurden, blieben die Druck-Pulse aus den Windanlagen bei der Analyse unberücksichtigt, die insofern am Problem vorbei ging. Gleiches gilt für begleitende Experimente, bei denen aus diesen Terzspektren gewonnene Tonkonserven auf Testpersonen einwirkten.

Leider haben auch andere, im Regierungsauftrag durchgeführte Studien die Pulse des Infraschalls aus Windanlagen "ausgeblendet". Eine Serie von 6 Publikationen aus Dänemark (Poulsen et al. 2018 und 2019) beruht auf A-bewerteten Schalldrücken, d.h. auf Frequenzen oberhalb von 20 Hz. Die jüngst veröffentlichte Studie des UBA ("Eggebek-Studie") hat pulsfreien Infraschall in Form von Sinus-Wellen auf (wache) Testpersonen einwirken lassen.

Quantitative Vergleiche von Emissionen aus Windanlagen erfordern besondere Sorgfalt

Die Stärke der Emissionen verschiedener Windanlagen lässt sich nicht auf einfache Weise vergleichen. Als Messgröße wird üblicherweise der Schalldruck in Pascal verwendet und in der logarithmischen Einheit Dezibel angegeben. Der lokal wirksame Schalldruck widerspiegelt nicht nur die von der Anlage tatsächlich ausgehende Schalleistung, sondern wird wesentlich von der Entfernung und räumlich-topografischen sowie meteorologischen Gegebenheiten beeinflusst. Wesentlich ist auch, über welchen Frequenzbereich und mit welcher Methode die Messung erfolgte (s.o.). Insbesondere sind die Schalleistung einer Anlage und der entfernt davon messbare Schalldruck stark abhängig von der Länge der Rotorflügel und der Windgeschwindigkeit, auch wenn die Drehzahl der Anlage auf einen konstanten Wert eingestellt ist.

Als Beispiel sollen Messungen an Windanlagen aus Deutschland (BGR 2017) und den USA (NCE 2015) vorgestellt werden. Im Abstand von etwa 400 m wurde der Schalldruck bei der Frequenz der "zweiten Harmonischen" gemessen (2 fache Grundfrequenz: 1,4 Hz bei NCE und 2,6 Hz bei BGR). Publierte Ergebnisse sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

NCE, 2015 Vestas V82		BGR, 2017 Vestas V47	
Wind m/s (Drehzahl)	Schalldruck dB	Wind m/s, (Drehzahl)	Schalldruck dB
3,6 (14,4 rpm)	52	5 (20 rpm)	77
8 (14,4 rpm)	73	10 (26 rpm)	86

Der starke Einfluss der Windgeschwindigkeit ist ersichtlich. Zunächst unerwartet, werden von der NCE bei fixierter Drehzahl (und daher bei gleicher Frequenz) erhebliche Unterschiede des Schalldrucks gemessen (52 dB und 73 dB). Die Höhe der Pulse (Peak zu Basis) bleibt jedoch etwa gleich (Abb.1). Dies zeigt, dass der messbare Schalldruck erheblich vom Infraschall des Windes beeinflusst wird und die spezifische Emission der rotierenden Anlage eine von der Drehzahl abhängige Puls-Komponente hinzufügt. In Abb. 1 wird sichtbar, dass diese Komponente nur bei hoher Frequenzauflösung meßbar ist und bei hohem Winddruck im Hintergrundschall verschwindet.

Die jeweils höchsten Schalldrucke der von der Firma NCE und der BGR untersuchten Anlagen (73 dB und 86 dB) unterscheiden sich um mehr als das 4 fache. Dieser Abstand liegt im unteren Bereich der durch o.g. Faktoren auslösbaren Unterschiede. Selbst innerhalb eines Hauses treten aufgrund von Wechselwirkungen an baulichen Strukturen Unterschiede von bis zu 20 dB auf, d.h. 10 fache Schalldrucke (Hansen et al. 2013). Es erscheint nicht verwunderlich, wenn auch an derselben Anlage und bei fixierter Drehzahl aufeinanderfolgende Messungen deutliche Unterschiede ergeben: die BGR-Autoren messen z.B. Pulse des Schalldrucks zwischen +0,1 und – 0,1 Pa, also maximal 0,2 Pa und 80 dB. Bei einer (vermutet) weiteren Messung in derselben Entfernung ergeben sich etwa 90 dB (Pilger et al. 2017, Fig. 4a und 6). Dies bedeutet einen mehr als dreifach höheren Schalldruck, liegt aber im Bereich von Schwankungen des Windes selbst (s.o.) und äußerer Einflussfaktoren. Die hohe Variabilität und problematische

Vergleichbarkeit von dB-Angaben führt zu schwer erkennbaren Fehlerquellen und erfordert besondere Sachkenntnis und Sorgfalt. Es besteht daher kein Anlass, der BGR-Studie (Ceranna et al.) pauschal "falsche Daten" zu unterstellen, wie es auf der o.g. Website geschieht.

Empfang und Wirkung von Infraschall im Menschen – auf die Änderungen kommt es an

Auch wenn die Erfassung von Infraschall-Wirkungen auf den Menschen erst am Anfang einer wachsenden Aufmerksamkeit steht, sind bereits Rahmenbedingungen erkennbar. Entscheidend ist, dass die für Schall sensiblen Rezeptoren von Mensch und Säugetier sich an einen extrem breiten Bereich von Schalldrücken anpassen. Für das Hören ist bekannt, dass sich die Wahrnehmung in Cochlea und Gehirn auf Schalldrücke zwischen 0 dB (2×10^{-5} Pa, Hörschwelle bei 1 kHz) und 120 dB (20 Pa, menschliche Schmerzgrenze) einstellen kann, also bis zum Millionenfachen der unteren Schwelle. In diesem extrem breiten Druckbereich werden – nach Anpassung an ein gegebenes Basisniveau – vergleichsweise winzige Druckunterschiede als Hörschall wahrgenommen. Es sei daran erinnert, dass der ungefähre Schalldruck eines Gesprächs in Zimmerlautstärke (ca. 60 dB oder 0,02 Pa) etwa 5 Millionen mal geringer ist als der durchschnittliche Luftdruck auf Meereshöhe (1 Bar, 101 325 Pa). Für Infraschall fehlen bisher analoge Angaben, es gibt jedoch Hinweise, dass dort ähnliche Verhältnisse gelten.

-Unser Gleichgewichtssystem registriert Schritte und Bewegungen durch otolithische Sensor-Zellen im Innenohr. Diese erfassen mittels der Trägheit von CaCO_3 -Kristallen winzige Druckunterschiede im Frequenzbereich des Infraschalls (Referenzen bei Roos, 2019). Dabei arbeiten sie weitgehend unabhängig vom aktuellen Luftdruck, sind also beim Wandern im Himalaya ebenso sensibel wie beim Klettern im Elbsandsteingebirge.

Anwohner von Windenergieanlagen haben mehrfach dokumentiert, dass die negativen Symptome beim Ausschalten der Anlage verschwinden (z.B. Kaula 2019). Die Schalldrücke des Hintergrunds, die als Rauschen ohne deutliche Pulse auftreten und z.B. bei ruhender Anlage messbar sind, werden offenbar nicht als störend empfunden, obwohl sie je nach Windstärke erhebliche Unterschiede annehmen können, z.B. um das Hundertfache (NCE 2015). Zusammen mit anderen Beobachtungen (u.a. bei Palmer 2017) weist dies darauf hin, dass die steilen Druckänderungen der Infraschall-Pulse das eigentliche Gesundheitsproblem darstellen und weniger der Absolutwert des Schalldrucks. Das Fehlen einer Korrelation zwischen einem Schallspektrum ohne Infraschall-Pulse und den dokumentierten Beschwerden der Anwohner, wie in der o.g. finnischen Studie geschehen, spricht ebenfalls für diese Annahme, wenn auch indirekt.

Fazit

Die Beurteilung der gesundheitsgefährdenden Wirkung von Infraschall aus Windanlagen sollte nicht zu einem Dezibel-Fetischismus führen. Nicht die Absolutwerte des messbaren Schalldrucks verursachen negative Wirkungen im Menschen (solange sie unterhalb individueller Grenzen bleiben), sondern höchstwahrscheinlich die Peaks des Luftdrucks, die bei der Flügelpassage am Mast entstehen. Hinzu kommt, dass diese Pulse auf einer ähnlichen Zeitskala auftreten wie periodische Abläufe im menschlichen Körper, vor allem die Frequenz des Herzschlags.

Experimentell angewandte Infraschall-Drucke bei Untersuchungen an Testpersonen oder Versuchstieren sind im Rahmen der bisher benutzten Versuchsanstellungen nicht geeignet, die Stress-Symptome der Anwohner als Infraschall-Wirkung zu beweisen. Sie haben dennoch einen hohen Wert für die Suche nach Angriffspunkten, gefährdeten Signalwegen und Organsystemen. Der Nachweis einer lokalisierbaren Infraschall-Wahrnehmung im Unterbewusstsein (Weichenberger et al. 2017) ermöglicht die Gestaltung von Tests zur Wirkung von Infraschall als Störsignal. Andererseits zeigt der experimentelle Nachweis einer durch Infraschall verminderten Kontraktionskraft isolierter Herzmuskelzellen (Chaban et al. 2020) neue Ansätze zur Untersuchung direkter Wirkungen von Infraschall auf Körperorgane.

Es liegt auf der Hand, dass folgendes Experiment viele derzeit offene Fragen beantworten könnte: der von einer konkreten Windanlage oder einem Windpark emittierte Infraschall wird frequenzgenau aufgezeichnet und als Schallkonserve an schlafende Testpersonen im doppelten Blindversuch appliziert. Leider hat keine der bisher mit großem Aufwand betriebenen Studien diese naheliegenden Kriterien erfüllt, insbesondere wurde das entscheidende Leitsymptom des hochgradigen Schlafmangels nicht mit den Infraschall-Pulsen korreliert (s.o.). Einer der Gründe ist sicher das technische Problem, Infraschall-Pulse von Windanlagen über ein Lautsprechersystem o.ä. adäquat wiederzugeben. Ohne kausale Zusammenhänge aus solchen oder ähnlichen Experimenten werden die derzeit vorliegenden Teilergebnisse wohl noch einige Zeit Stückwerk bleiben.

Auch wenn die gemessenen Eigenschaften und biologischen Wirkungen von Infraschall aus Windanlagen bisher keine geschlossenen Kausalketten ergeben, begründen sie starke Verdachtsmomente für Infraschall-Pulse als krankmachendes Agens. Sie müssen deshalb in doppelter Hinsicht ernst genommen werden: als Grundlage für das Schutzbedürfnis von Anwohnern bei der Standort-Planung von Windenergieanlagen und als ultimative Aufforderung zu gezielter, vorurteilsfreier Forschung.

Literatur

- BGR, 2017: Pilger Ch., Ceranna L. (2017), The influence of periodic wind turbine noise on infrasound array measurements. J. Sound Vibr. 88, 188.
- Ceranna L., Hartmann G., Henger M. (2008): Der unhörbare Lärm von Windkraftanlagen – Infraschallmessungen an einem Windrad nördlich von Hannover. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Referat B3.11, Seismologie.
- Hansen K., Zajamsek B., Hansen C. (2013): Analysis of Unweighted Low Frequency Noise and Infrasound Measured at a Residence in the Vicinity of a Wind Farm. Proceedings of Acoustics 2013, Victor Harbor, Australia.
- Kaula, S. (2019): Untersuchung zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen von Anwohnern durch den Betrieb von Windenergieanlagen in Deutschland anhand von Falldokumentationen. [https://dsgs.info/cm4all/mediadb/Aktuelles/DSGS e.V. Studie.pdf](https://dsgs.info/cm4all/mediadb/Aktuelles/DSGS_e.V._Studie.pdf)
- LUBW, 2016: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: Tieffrequente Geräusche inkl. Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen. Februar 2016. www.lubw.baden-wuerttemberg.de (2016)
- Maijala et al. (2020): Infrasound does not explain symptoms related to wind turbines. Publications of the Government's analysis, assessment and research activities, Helsinki 2020:34. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-907-3>
- NCE, 2015: Noise Control Engineering (NCE), LLC, Billerica, MA 01821, USA: Infrasound Measurements of Falmouth Wind Turbines Wind #1 and Wind #2. By M. Bahtiarian and A. Beaudry. Technical Memo 2015 – 004, 2015.
- Palmer WKG (2017): Why wind turbine sounds are annoying, and why it matters. Global Environment, Health and Safety, Vol.1, 1 – 17.
- Pilger Ch., Ceranna L. (2017): The influence of periodic wind turbine noise on infrasound array measurements. J. Sound Vibr. 88, 188
- Roos W. (2019): Infraschall aus Windenergieanlagen – ein verkanntes Gesundheitsproblem. Naturwiss. Rundschau Bd. 72, 343–350.
- The Accoustic Group (2014): Report 44.5100.R7, MSC 26th November, 2014: The Results of an Acoustic Testing Program – Cape Bridgewater Wind Farm.
- Weichenberger M. et al. (2017): Altered cortical and subcortical connectivity due to infrasound administered near the hearing threshold: Evidence from fMRI. PLoS ONE 12, 1 – 19.

Die aktuelle Situation bei der gesundheitlichen Beurteilung von Infraschall

1. Windenergieanlagen emittieren Pulse des Luftdrucks, die durch die Passage der Rotorflügel vor dem Mast ausgelöst werden und sich mit Schallgeschwindigkeit ausbreiten. Ihre Reichweite beträgt mehrere Kilometer. Die zeitlichen Änderungen des Luftdrucks, die sich aus der Steilheit und Abfolge dieser peaks ergeben, wirken als Stressoren auf verschiedene Strukturen und Signalsysteme des menschlichen Körpers. Sie werden dort auf grundsätzlich anderen Wegen empfangen und verarbeitet als hörbarer Schall.

2. Experimente an Säugetieren zeigen schädigende Wirkungen auf Zellen und Gewebe des Herz-Kreislauf-Systems und weiterer Organe. Zellen des menschlichen Herzmuskels reagieren mit verminderter Kontraktionskraft.

3. Im Innenohr wirkt Infraschall u. a. auf die Organe des Gleichgewichtssystems, welche alle Bewegungen des Körpers registrieren. Dadurch entsteht ein Erregungsmuster ähnlich einer Kinetose (z. B. Seekrankheit).

4. Infraschall führt unterhalb der Hörschwelle zur Aktivierung bestimmter Gehirnregionen. Diese an Testpersonen gefundenen Areale haben bekannte Funktionen u.a. in der autonomen und emotionalen Kontrolle des Organismus (Blutdruck, Atemfrequenz, Erregungs- und Angstreaktionen).

5. Eine wachsende Zahl der Anwohner von Windenergieanlagen leidet unter einem Dauerstress-Syndrom, das mit hochgradigen Schlafstörungen beginnt und meist zu Angstreaktionen, Depressionen und Herz-Kreislauf-Erkrankungen führt. Viele Symptome sind mit der Aktivierung der im Test aufgefundenen Gehirnregionen erklärbar, können diesen jedoch noch nicht kausal zugeordnet werden. Sie klingen mit der Entfernung von der Windanlage ab. Praxis-Ärzte gehen von mindestens 180 000 Betroffenen in Deutschland aus.

6. Für die Auslösung der o.g. Erkrankungen sind weniger die Absolutwerte des Schalldrucks entscheidend (solange sie unterhalb individueller Grenzen bleiben), **sondern die o. g. Pulse.** Schädigend wirkt nicht nur die Steilheit der Druckänderungen, sondern auch ihre Abfolge: moderne Windanlagen emittieren Pulse auf einer ähnlichen Zeitskala wie periodische Abläufe im menschlichen Körper, vor allem die Frequenz des Herzschlags. Damit entsteht auch die Gefahr, dass verschiedene Körperorgane in Resonanz-Schwingungen geraten.

7. Mehrere Studien, die in den letzten Jahren im Auftrag europäischer Regierungen durchgeführt wurden, haben auf verschiedene Weise den gesundheitsgefährdenden, pulshaltigen Infraschall von Windanlagen ausgeblendet. Sie haben erwartungsgemäß keine wesentlichen negativen Wirkungen auf Anwohner gefunden:

- Eine Serie von 6 Publikationen aus Dänemark (Poulsen et al. 2019) suchte nach Korrelationen zwischen Erkrankungen von Anwohnern und der Emission von Windanlagen. Als Bezugsbasis dienten A-bewertete Schalldrucke, d.h. die Frequenzen des Infraschalls waren ausgefiltert.

- Eine Studie aus Finnland (Maijala et al. (2020) hat Infraschall aus WEA in Form von Terzspektren gemessen, aufgezeichnet und auf Testpersonen einwirken lassen. Bei der Aufzeichnung von Terzspektren werden die emittierten Pulse durch Mittelung geglättet.

- Die jüngst veröffentlichte Studie des Umweltbundesamtes (2020) hat pulsfreien, künstlich vereinfachten Infraschall auf (wache) Testpersonen einwirken lassen.

Prof. Dr. Werner Roos

Titisee-Neustadt, November 2020

Literatur:

Die meisten der Kernaussagen sind belegt in:

Roos W. (2019): Infraschall aus Windenergieanlagen - ein verkanntes Gesundheitsproblem. Naturwiss. Rundschau Bd. 72, 343-350.

Weitere wesentliche Aspekte:

- zum Pulscharakter der WEA-Emissionen:

Palmer WKG (2017): Why wind turbine sounds are annoying, and why it matters. Global Environment, Health and Safety, Vol.1, 1 - 17.

Stelling K. Infrasound / low frequency noise and industrial wind turbines. Information report, Multi-municipal wind turbine working group, 2-46, 2015. <https://www.wind-watch.org/documents/infrasoundlow-frequency-noise-and-wind-turbines/>

- medizinische Befunde an geschädigten Anwohnern von Windanlagen:

Kaula, S. (2019): Untersuchung zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen von Anwohnern durch den Betrieb von Windenergieanlagen in Deutschland anhand von Falldokumentationen.

<https://dsgs.info/.cm4all/mediadb/Aktuelles/DSGS%20e.V.%20Studie.pdf>

Die o.g. Studien im staatlichen Auftrag:

Poulsen et al. (2019): Long-Term Exposure to Wind Turbine Noise and Risk for Myocardial Infarction and Stroke: A Nationwide Cohort Study. Environmental Health Perspectives 037004, 1-10. <https://doi.org/10.1289/EHP3340>. (5 weitere Artikel dieser Gruppe, zusammengefasst bei <https://doi.org/10.1289/EHP5568>).

Maijala et al. (2020): Infrasound does not explain symptoms related to wind turbines. Publications of the Government's analysis, assessment and research activities, Helsinki 2020:34. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-907-3>.

Umweltbundesamt 2020: Lärmwirkungen von Infraschallimmissionen, UBA, Texte 163/2020.

<https://www.bim.de/app/download/9293934268/Neue+Erkenntnisse+zum+Infraschall+Windenergie+in+Frage.pdf?t=1542832326>

https://www.bim.de/app/download/9308329668/Infraschall_WEA_WR.pdf?t=1542832326

Statement zur UBA-Studie

Lärmwirkungen von Infraschallimmissionen

UBA Texte 163/2020, Juni 2020 ¹

Wir von Vernunftkraft begrüßen, dass nach langer Zeit nun auch vom UBA erste Schritte unternommen worden sind, zunächst die kurzzeitige Wirkung von Infraschall auf den Menschen zu untersuchen.

Von Okt. 2017 bis Feb. 2018 wurde eine Laborstudie durchgeführt (veröffentlicht im Juni 2020), bei der Versuchspersonen 30 Minuten lang verschiedenen Geräuschkombinationen im Frequenzbereich von 3 bis 18 Hz und Schalldruckpegeln von 85 bis 105 dB ausgesetzt wurden.

Die vielen vom Schall Betroffenen fragen sich: Warum ist die Studie erst mehr als zwei Jahre später veröffentlicht worden? Ist es Hinhaltetaktik? Ist es wirklich so schwer, die charakteristische Form des Schallpulses, die typische Periodizität, die zeitlichen Schwankungen der Pegel (Amplitudenmodulation) sowie die Wechselwirkungen der Schallemissionen und die Einwirkdauer der Windenergieanlagen realistisch abzubilden und zu untersuchen?

Zwei Jahre Wartezeit ging weiter zu Lasten der Menschen, die in ihrem Wohnumfeld einer andauernden Exposition mit Infraschall -ausgehend von Windenergieanlagen- ausgesetzt waren und noch weiter sind. Das verfassungsmäßige Recht auf körperliche Unversehrtheit nach Art. 2 Abs. 2 Satz 1 GG wird weiterhin verletzt.

Zusammenfassend unsere Einschätzung

- In der UBA-Studie werden künstliche Schallsignale (Sinus-Signale) benutzt. Diese sind so vereinfacht, dass die reale Charakteristik von Schallsignalen aus Windenergieanlagen verloren geht. Die Studie kann daher keine Aussagen über die Wirkung von Schallemissionen von Windenergieanlagen treffen.
- Trotzdem konnten von den Testpersonen die künstlichen Schallszenarien deutlich vom Ruhezustand unterschieden werden. Bereits bei einer Einwirkdauer von 30 Minuten lösten die Szenarien Unwohlsein und Druck im Kopfbereich aus.
- Der Körper reagiert also auf den nicht hörbaren Schall. Von keinen körperlichen Akutreaktionen zu sprechen, ist falsch, sogar fahrlässig.
- Die Testpersonen wurden im Wachzustand beaufschlagt. Das große Problem ist jedoch, dass der Schall von Windenergieanlagen den Schlaf stört. Wann wird der Einfluss auf den Schlaf endlich untersucht? Schlaflabor-Studien mit realen Schallsignalen sind dringend anzuschließen. Bis zum Abschluss dieser Studien ist der Bau von Anlagen auszusetzen (Moratorium) und der Betrieb im Wohnumfeld insbesondere nachts einzuschränken.

¹ https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_163-2020_laermwirkungen_von_infraschallimmissionen_0.pdf

Ziel der Studie

Laut UBA-Studie ²

„...untersucht die vorliegende Studie, ob kurzzeitig dargebotener Infraschall einen Einfluss auf akute physiologische Reaktionen des Körpers sowie das akute Lärmbelästigungempfinden hat.“

Ziel war es, ³

„... den Zusammenhang zwischen einer kurzzeitigen Infraschallexposition und akuten körperlichen sowie Belästigungsreaktionen zu untersuchen. Wie bei der Wahl des Versuchsraums sollten dafür auch die dargebotenen Geräuschszenarien eine möglichst realitätsnahe Situation abbilden.“

Sicher muss man bei einer derartigen Studie mit kleinen Schritten beginnen. Bezüglich Windenergieanlagen ist die Versuchssituation aber **nicht realitätsnah**. Die Expositionszeit ist zu kurz. Das impulsartige Schallsignal ausgehend von einer oder mehreren Windenergieanlagen ist komplexer als ein reiner Sinuston im tieffrequenten Bereich. ⁴

Das Ziel, eine möglichst realitätsnahe Situation abzubilden, wird nicht erreicht. Eines der größten Probleme für die Betroffenen ist, dass der Schlaf gestört wird. Das wird nicht untersucht. Es sind dringend Versuche in Verbindung mit einem Schlaflabor durchzuführen. Bis zum Abschluss dieser Studien ist der Bau von Anlagen auszusetzen (Moratorium) und der Betrieb im Wohnumfeld insbesondere nachts einzuschränken.

Zeit vertan, Schädigung wird fortgesetzt

Am 1. April 2000 trat das EEG in Kraft. Der unfreiwillige Langzeitversuch läuft somit seit 20 Jahren, seit der massive Ausbau der Windenergiegewinnung begonnen wurde.

Inzwischen liegt eine internationale Studienlage vor, die nicht nur die Störung des Schlafes, sondern eine mechanische Schallübertragung auf zellulärer Ebene nachweisen lässt, die in ihrer Folge geeignet ist, zu dauerhaften Zellschädigungen zu führen.

In biologischen Systemen spielt die Möglichkeit von Erholungsphasen eine entscheidende Rolle. Die chronische Belastung mit einem schädigenden Agens hat insofern eine um das Vielfache erhöhte pathophysiologische Bedeutung als ein kurzzeitiges Einwirken eines schädigenden Agens.

Dies spiegelt sich auch in der Tatsache wider, dass der Gesetzgeber für Schwangere besondere Vorkehrungen für die Einwirkung schädlicher Einflüsse nach Rahmenrichtlinie 89/391/WEWG sowie der Neuregelung zum Mutterschutz vom 23. Mai 2017 getroffen hat.

² Seite 47, Kap. 2.4 (alleinige Seitenangaben beziehen sich auf die aktuelle UBA-Studie)

³ Seite 63, Kap. 3.3

⁴ Weitere Ausführungen dazu siehe Abschnitt „Sind die Testsignale adäquat?“

Im Unterschied zu den berufsgenossenschaftlichen Vorschriften für die Einwirkung von Infraschall z.B. auf Gravide besteht hier bisher keinerlei Vorsorge.

Körperliche Akutreaktion, ja oder nein?

Was zeigt die aktuelle UBA-Studie?

Auf Seite 5 weist der Bericht folgendes Ergebnis aus (Zitat):

- Infraschallimmissionen bei einem Schalldruckpegel zwischen 85 dB und 105 dB rufen keine körperlichen Akutreaktionen hervor, dennoch werden Infraschallimmissionen an und oberhalb der Hörschwelle als belästigend und unangenehm beurteilt. Auch ruft Infraschall mit zeitlichen Schwankungen des Schallpegels eine höhere Belästigungswirkung hervor als ein zeitlich konstantes Schallereignis.
- Die in der Literatur und Normung aufgeführten frequenzabhängigen Wahrnehmungsschwellen im Infraschallbereich konnten bei der Untersuchung bestätigt werden. Nicht wahrnehmbare Infraschallimmissionen wurden nicht als belästigend bewertet.
- Vorbelastete und nicht vorbelastete Versuchspersonen weisen keine signifikanten Unterschiede auf. (Vorbelastete Personen haben im Vorfeld bei Behörden tieffrequente oder Infraschallimmissionen im persönlichen Umfeld gemeldet, die durch spätere Schallmessungen bestätigt wurden.) Eine Sensibilisierung von Personen konnte aus diesem Untersuchungskonzept nicht nachgewiesen werden.

Leider wurde von der Windkraftlobby, den unterstützenden Parteien und Befürwortern sofort nur das eine Zitat „keine körperlichen Akutreaktionen“ aufgegriffen. Dem ist entschieden zu widersprechen.

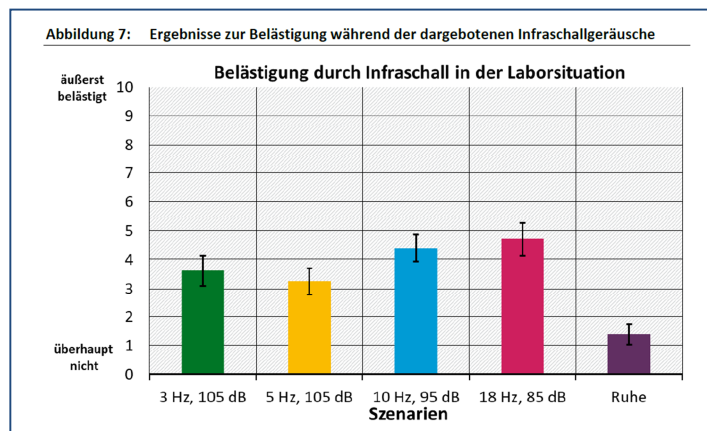
Sicher ist die Einwirkzeit von 30 Minuten zu gering, um größere körperliche Akutreaktionen auszulösen. Allerdings zeigen die Ergebnisse eindeutig, dass die Geräuschkennlinien von den Probandinnen und Probanden wahrgenommen werden [Abb. 7], auch wenn der Schall nicht gehört werden kann.

Bereits bei einer Einwirkdauer von 30 Minuten lösten die Szenarien Unwohlsein und Druck im Kopfbereich aus.⁵

Das Ergebnis der Studie müsste lauten: **Trotz kurzzeitiger Infraschallexposition zeigen die Versuchspersonen Akutreaktionen auf Infraschall – allerdings nicht die erwarteten.**

In der Studie dann von keinen Akut-

reaktionen zuspochen, ist falsch. Vernunftkraft hält diese Aussage für fahrlässig.



⁵ Seite 26, 99 und 103

Wir von Vernunftkraft fragen uns: „Was bedeutet es, wenn bereits eine Einwirkzeit von 30 Minuten Unwohlsein und Druck im Kopf auslöst?“

Bei einer längeren Einwirkzeit, insbesondere nachts, wenn der Körper zur Ruhe kommen soll, wird der Lärm von Windenergieanlagen erst recht als brummend, dröhnend sowie vibrierend, aufdringlich und dumpf wahrgenommen. Die erholsamen Phasen des Schlafs werden gestört. Die permanente nächtliche Beschallung, auch wenn große Teile der Schallsignale nicht bewusst gehört werden können, führen zu gesundheitlichen Auswirkungen bei den Menschen.

In der Studie ist dies weicher formuliert, bestätigt aber unsere Befürchtungen:⁶

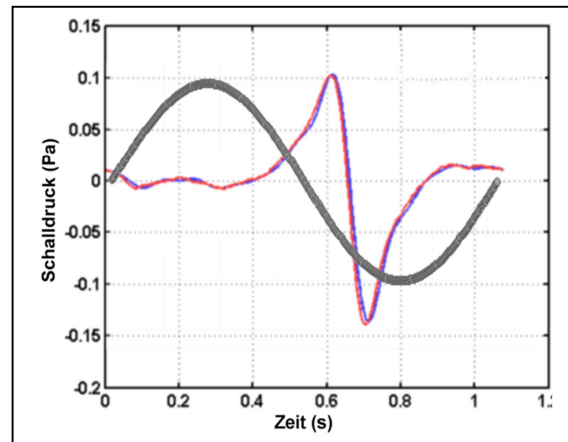
„Aufgrund der Ergebnisse der Laboruntersuchung kann folglich nicht ausgeschlossen werden, dass es bei einer langfristigen oder andauernden Exposition nicht doch zu physiologischen Veränderungen kommen kann.“

Allein diese Feststellung müsste reichen, um ein Moratorium zu erlassen oder größere Abstände vorzuschreiben.

Sind die Testsignale adäquat?

Die im Rahmen der Studie verwendeten Testschall-Emissionen, die in Form verschiedener Szenarien auf die Versuchspersonen einwirkten, waren sinusförmige Wellen.⁷ Sie bilden deshalb nicht die typischen Infraschall-Emissionen einer modernen Windenergieanlage ab.

Das nebenstehende Bild verdeutlicht den Unterschied. Die rot-blaue Kurve zeigt ein typisches Schallsignal einer Windenergieanlage.⁸ Dort ist in schwarz das Testsignal von 1 Hz eingefügt, wie es beispielsweise in der Studie verwendet wird.



Beim tatsächlichen Betrieb der Windenergieanlagen kommt ein reiner Sinus im tief-frequentem Bereich nicht vor. Die charakteristischen Frequenzen sind überlagert durch weitere störende Frequenzanteile, welche vermutlich die Wahrnehmungs- und Wirkungsschwellen senken. „Multimodale Stimulanz ist keine Seltenheit. Die Wirkungen modal verschiedener Reize können sich gegenseitig verstärken.“⁹ So kann gezeigt werden, „dass

⁶ Seite 27 und 130

⁷ Seite 65, Kap. 3.3.2

⁸ Vanderkooy, J., Mann, R.:
Measuring wind turbine coherent infrasound.
6th International Conference on Wind Turbine Noise, Glasgow 2015.

⁹ Detlef Krahe, Dirk Schreckenberger, Fabian Ebner, Christian Eulitz, Ulrich Möhler; Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall, Entwicklung von Untersuchungsdesigns für die Ermittlung der Auswirkungen von

komplexe Geräusche auch schon dann wahrnehmbar sind, wenn die einzelnen Komponenten unterhalb der Hörschwelle liegen."¹⁰ Dies liest man bereits in UBA Text 40/2014. Passiert ist seither nichts.

Die verwendeten Testsignale können ein erster Schritt in einer Studie sein. **Die Schallsignale sind aber nicht adäquat zu einer realen Schallemission einer Windenergieanlage. Die Studie kann daher keine Aussagen über die Wirkung von Schallemissionen von Windenergieanlagen treffen.**

Gibt es eine Sensibilisierung?

Laut Aussage der UBA-Studie konnte in der Beschallungszeit von 30 Minuten keine Sensibilisierung nachgewiesen werden.¹¹ Das war zu erwarten, denn dafür war die Zeit viel zu kurz. In der Studie wird aber eingeräumt, dass „...eine Sensitivierung¹² ... durchaus erst nach längerer Lärmexposition erfolgen“¹³ kann. Wie die Erfahrung zeigt, nimmt mit steigender Dauer der Exposition die Empfindlichkeit zu (Sensibilisierung).

Bereits in der Vergangenheit (z.B. 2014 und 2016) stellte das Bundesumweltamt fest, dass Langzeitstudien notwendig sind.^{14 15} Vernunftkraft fragt stellvertretend für alle Mitglieder und Betroffene, warum immer noch keine Langzeitstudien (z.B. in Zusammenarbeit mit Schlaflaboren) in Auftrag gegeben werden. Was hält das Umweltbundesamt davon ab, Studien mit realen Schallsignalen in Schlaflaboren durchführen zu lassen? Wie eingangs bereits angesprochen ist bis zum Abschluss dieser Studien der Bau von Anlagen auszusetzen (Moratorium) und der Betrieb im Wohnumfeld insbesondere nachts einzuschränken.

Infraschall auf den Menschen durch unterschiedliche Quellen, UBA Texte 40/2014, S. 15 und S. 67
<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/machbarkeitsstudie-zu-wirkungen-von-infraschall>

¹⁰ ebenda, S. 25

¹¹ Seite 5

¹² Der Begriff Sensibilisierung kommt ursprünglich aus der Immunologie. In dieser UBA-Studie wird auch der Begriff Sensitivierung gebraucht. In beiden Fällen ist gemeint, dass die Schwelle der Empfindung mit der Zeit herabgesetzt wird und der Körper stärker reagiert. Tatsache ist, dass keine Habituation (Gewöhnung) an den Schall durch WKA stattfindet.

¹³ Seite 27 und 131

¹⁴ UBA, „Mögliche gesundheitliche Effekte von Windenergieanlagen“ Seite 4

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/161128_uba_position_windenergiegesundheit.pdf

¹⁵ Detlef Krahe, Dirk Schreckenber, Fabian Ebner, Christian Eulitz, Ulrich Möhler; Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall, Entwicklung von Untersuchungsdesigns für die Ermittlung der Auswirkungen von Infraschall auf den Menschen durch unterschiedliche Quellen, UBA Texte 40/2014, S. 66
<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/machbarkeitsstudie-zu-wirkungen-von-infraschall>

Gibt es Einwirkung auf Hirnareale und hat dies Folgen?

In der aktuellen Studie wird auch angeführt, dass es Hinweise darauf gibt,¹⁶

„...dass unterhalb der Hörschwelle eine corticale Verarbeitung von Infraschall stattfindet und dass sich diese von der Verarbeitung hörbarer Reize unterscheidet.“ ...

„... dass autonome Reaktionen aufgrund der aktivierten Hirnareale möglich sind.“

Im Einzelnen wurden folgende körperlichen Auswirkungen auf den menschlichen Körper bei einer Belastung durch tieffrequenten Schall respektive Infraschall bei Schalldruckpegeln ab zirka 75 dB identifiziert:

- Veränderung im Herz-/Kreislaufsystem (z. B. Änderung des Blutdrucks, Herzfrequenz)
- Konzentrationsschwäche
- Einwirkung auf das Gleichgewichtsorgan
- mit den oben genannten physiologischen Wirkungen einhergehende psychovegetative Störungen beziehungsweise erlebtes Unbehagen (Schwindel, Müdigkeit, Benommenheit, Druckgefühl am Trommelfell, Vibrationsgefühl)

Die UBA Studie¹⁷ weist zu Recht auf die wegweisende Arbeit von Weichenberger et al hin.¹⁸ In dieser Arbeit wird gezeigt, dass bei Einwirkung von sinusförmigem Infraschall (12 Hz) auf Testpersonen unterhalb der individuellen Hörschwelle **drei** Regionen des Gehirns aktiviert werden und zwar in anderen Gehirnarealen als während des aktiven Hörens. Zwei der aktivierten Bereiche (ACC¹⁹ und Amygdala) gehören nicht zum Cortex, wie in der Studie fälschlich angedeutet. Sie sind an der Kontrolle autonomer Funktionen wie Atmung und Blutdruck sowie der emotionalen Kontrolle beteiligt. Wenn man unterstellt, dass Infraschall aus Windenergieanlagen in den gleichen Gehirnregionen Erregungen auslöst, wie der 12-Hz-Testschall der o.g. Arbeit, werden viele Beschwerden von Anwohnern der Windenergieanlagen erklärbar. **Dies unterstreicht erneut einen wesentlichen Mangel dieser UBA-Studie und anderer Studien. Die Testpersonen wurden bei vollem Bewusstsein beschallt, notwendig ist aber eine Einwirkung im Schlaf, wenn corticale Aktivitäten weitgehend ausgeschaltet sind.**

In der aktuellen UBA-Studie heißt es dazu leider nur:²⁰

"Diese Hinweise [von Weichenberger et al] ließen sich durch die in der vorliegenden Studie durchgeführten Untersuchungen nicht nachweisen."

¹⁶ Seite 46 und 47

¹⁷ Seite 46

¹⁸ 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/>

¹⁹ ACC = anterior cingulate cortex. Ist sub-cortical angeordnet und steuert Affekte, Emotionen und Konzentration

²⁰ Seite 130, Kap. 6.3

Sachlich korrekt wäre der Hinweis, dass alle Testpersonen die Infraschall-Szenarien in Form von Belästigungen wahrgenommen und damit vom Ruhe-Schall unterschieden haben. Dies weist darauf hin, dass eine Perzeption von Infraschall erfolgte, aber auf noch unbekanntem Wege, welche durch die in der Studie erfassten Akut-Reaktionen nicht verfolgt wurden.

Offen bleibt die Frage, warum in der Studie einmal von keinen Auswirkungen gesprochen wird, im nachfolgend zitierten Absatz aber dann doch von vereinzelt signifikanten Effekten.²¹

„Die Probandinnen und Probanden zeigten in der vorliegenden Untersuchung keine signifikanten Veränderungen des Blutdrucks oder der Herzfrequenz während der Infraschall-exposition im Vergleich zum Ruheszenario. Auch das EEG und die durchgeführten neurologischen Tests lieferten keinen Hinweis auf akute physiologische Reaktionen auf den Infraschall.

...

Es konnten jedoch vereinzelt signifikante Effekte der Reihenfolge der Geräuschkombinationen auf den Blutdruck sowie auf das Wach-EEG festgestellt werden.“

Dass es signifikante Effekte gab, wird in der Studie leider nicht weiter ausgeführt.

Unterscheidet sich Infraschall von Windenergieanlagen von natürlichen Schallquellen?

Von Windkraftbefürwortern wird oft vorgebracht, dass sich Infraschall von Windenergieanlagen nicht von den Emissionen natürlicher Quellen (Wind, Meeresrauschen) unterscheidet. Dem widersprechen wir seit jeher. Auch der jetzige Bericht sagt:²²

„Anthropogener Infraschall von technischen Quellen, beispielsweise Windenergieanlagen, unterscheidet sich von natürlichem Infraschall in der Regel durch die sich oftmals periodisch wiederholenden Schallereignisse, die einen charakteristischen Zeit- und Frequenzverlauf aufweisen.“

Recht auf körperliche Unversehrtheit

Die Ergebnisse der aktuellen UBA-Studie müssen aus medizinischer Sicht zu einer sofortigen Überprüfung der Verfassungsmäßigkeit des Windkraft-Ausbaues im Wohnungsumfeld von Menschen führen. Die Ergebnisse belegen trotz fehlerhaftem Design und kurzer Einwirkzeit

²¹ Seite 129, Kap. 6.2 und Seite 130

²² Seite 19

das Auslösen komplexer pathophysiologischer Vorgänge nach Exposition, wie sie auch die inzwischen vorliegende internationale Studienlage aufzeigt.

Das verfassungsmäßige Recht auf körperliche Unversehrtheit nach Art. 2 Abs. 2 Satz 1 GG wird durch den Betrieb der Windkraftanlagen im Wohnungsumfeld verletzt.

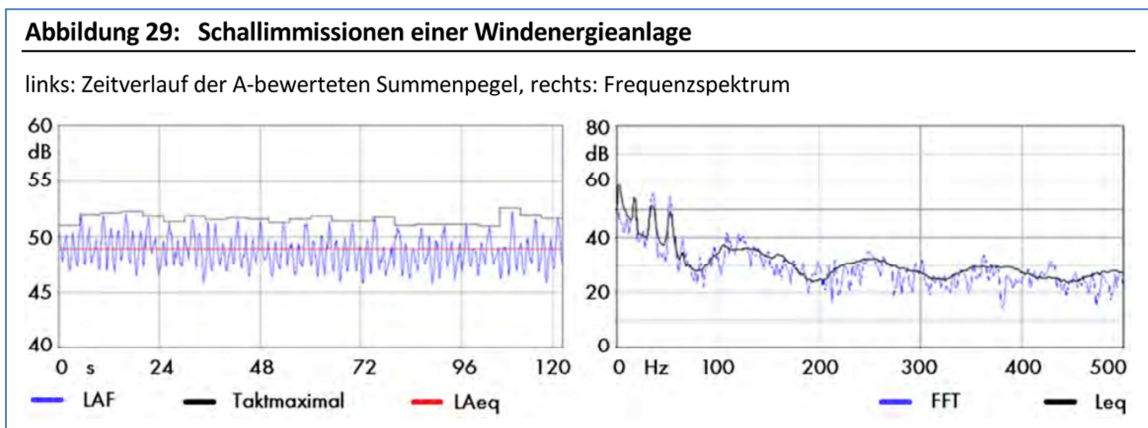
Offene Fragen und Lösungsansätze

Viele Fragen bleiben noch offen. Die wichtigsten Fragen sind:

- Wann werden endlich die internationalen Studien zur Kenntnis genommen und wann werden aus den bisherigen Erkenntnissen Schlüsse gezogen?
- Wann werden Normen und Richtlinien so angepasst, dass die relevanten Schallanteile auch berücksichtigt werden?
- Wann wird die A-Bewertung bei der Berechnung der Schallemissionen von Windenergieanlagen endlich abgeschafft?

Dazu nachfolgend ein Beispiel aus der aktuellen Studie.²³

Abbildung 29 zeigt das Ergebnis der Schallpegelmessung einer 3-MW-WEA (Zeitverlauf $L_{AF}(t)$ links und Frequenzspektrum rechts) in einem Abstand von etwa 50 m. Das charakteristische Flügelgeräusch der WEA zeigt einen Infraschallpegel von etwa 60 dB bei 1,7 Hz (Vgl. Abbildung 29, rechts). Die Oberwellen sind bei 17 Hz (54 dB), 36 Hz (51 dB) und 53 Hz (49 dB), jeweils als energieäquivalenter Mittelungspegel (Mittelungszeitraum 10 min) ablesbar.



In Abbildung 29 links sind zwei Zeitverläufe des Schalldruckpegels dargestellt. Zum einen eine Auflösung im Sekundenbereich, zum zweiten eine Mittelung über 5 s sowie der gemittelte A-bewertete Pegel L_{Aeq} über die Gesamtdauer von 2 Minuten. Die Pegel sind A-bewertet.

²³ Seite 64

Durch die A-Bewertung des Schallsignals werden die tieffrequenten Bereiche heruntergerechnet. Die Zeitverläufe der Pegel haben daher wenig Aussagekraft. Sinnvoller wäre der Zeitverlauf des Schalldrucks, der die Basis für das Frequenzspektrum bildet. Für die Bewertung von Schallsignalen von Windkraftanlagen ist die A-Bewertung ungeeignet.

Die Auflösung des Frequenzspektrums (rechte Abbildung) ist zu grob. Bei einer Grundfrequenz von 1,7 Hz, wie angegeben, liegen die nächsten Vielfachen bei 3,4 und 5,1 Hz. Dies kann bei der gewählten Auflösung nicht dargestellt werden.

Als positiver Ansatzpunkt der Studie ist zu werten, dass sie auf die technischen Herausforderungen bei der Aufzeichnung und Wiedergabe von realem Infraschall hinweist. **Leider hat sie mit der Ausblendung der realen Emissionsmuster von Infraschall-Quellen den falschen Lösungsweg gewählt.**

Wer an einer Aufklärung der gesundheitsgefährdenden Wirkung von Infraschall aus Windenergieanlagen interessiert ist, muss Wege finden, Infraschall mit der Signatur einer Windenergieanlage an schlafende Testpersonen im doppelten Blindversuch zu applizieren. Insgesamt tendiert die Studie leider dazu, das unangenehme Infraschall-Thema unterzubewerten, insbesondere den Infraschall aus Windenergieanlagen. **Bis zum Abschluss weiterführender Studien ist der Bau von Anlagen auszusetzen (Moratorium) und der Betrieb im Wohnumfeld insbesondere nachts einzuschränken.**

Vernunftkraft fühlt sich bestärkt:

- **Trotz der vorstehend kritisierten Mängel der UBA-Studie hat diese gezeigt, dass schon bei kurzer Exposition mit künstlich vereinfachtem Infraschall die Versuchspersonen mit Unwohlsein und Druck im Kopfbereich reagieren.**
- **Windenergieanlagen beeinflussen den Menschen, verringern die Qualität des Schlafs und führen dadurch zu gesundheitlichen Problemen.**
- Im Hinblick auf ärztliche Befunde an Anwohnern, die dem realen Infraschall von Windenergieanlagen langfristig ausgesetzt sind, **fordern wir, dass die UBA-Studie zum Anlass für ein Moratorium der Planung und Aufstellung von Windenergieanlagen genommen wird sowie der Betrieb im Wohnumfeld insbesondere nachts einzuschränken ist.**
- **Aus Vorsorgegründen brauchen wir einen Mindestabstand der Windenergieanlagen von jeglicher Wohnbebauung, der mindestens der 10-fachen Höhe der Anlage entspricht (10-H-Regel).**

Zusammengestellt von Arbeitsgruppe:
Dipl.-Ing. Gerhard Artinger (federführend)
Dr. med. Ursula Bellut-Staeck
Dipl.-Ing. Mario Berger
Dipl.-Ing. Holger Diedrich
Dipl. Chemie-Ing. Werner Hädrich
Dr. Stephan Kaula
Dipl.-Ing. Hans-Joachim Langzettel
Prof. Dr. Werner Mathys
Prof. Dr.-Ing. Lothar W. Meyer
Dr. Wolfgang Müller
Prof. Dr. Werner Roos
Dipl.-Ing. Bernhard Scherzinger



AEFIS · Volperstr. 5 · 37170 Uslar

DIN Norm 45680

Herr Dr. Kunzmann

Ansprechpartner: Dr. med. Thomas Carl Stiller
Abteilung: Öffentlichkeitsarbeit

Telefon: 05573-255 / 0170 3070002

Telefax: 05573-999552

E-Mail: info@aefis.de

Internet: www.aefis.de

Datum: 21.08.2019

Überarbeitung der DIN 45680

Sehr geehrter Herr Dr. Kunzmann,

der Arbeitskreis Ärzte für Immissionsschutz begrüßt die Überarbeitung der DIN Norm 45680.

Es sind allerdings in der aktuellen Fassung einige Dinge zu ändern.

- 1) Das Wort im ersten Absatz „objektiv“ sollte gestrichen werden. Es suggeriert eine noch nicht vorhandene Sicherheit bei der Anwendung.

Diese Norm hat eine besondere Bedeutung erlangt. Die Energiewende ist in den letzten Jahren vorangetrieben worden und führt zu einer technologischen Überprägung und Umgestaltung vieler Lebensbereiche von Menschen, vor allem im ländlichen Raum. Gerade Windkraftanlagen, Luftwärmepumpen und z.B. Blockheizkraftwerke in ihrer heutigen Form stellen eine stetig wachsende Zahl bislang nicht vorhandener Quellen technischen Infraschalls dar. Dieser unterscheidet sich in Tonalität und Periodizität von natürlichen Infraschallquellen. Es ist in den letzten Jahren seit die Norm 45680 auch besondere öffentliche Aufmerksamkeit genießt zu vielen neuen Veröffentlichungen zu den gesundheitlichen Belastungen von Menschen und Tieren durch Infraschall gekommen. Diese medizinischen Fälle sind nicht zu ignorieren und finden sich nur abgeschwächt und relativiert als Sonderfälle im Anhang dieser Norm.

- 2) Ein Messnorm die weiterhin das Hauptkritikargument ignoriert und sich nur auf das Hören und somit auf die TA Lärm mit der A-Bewertung konzentriert und dann als Scheinkompromiss nur eine G- Bewertung miteinbaut, ignoriert diese neuen Erkenntnisse. Eine korrekte am Schutz der Umwelt und der Menschen und Tiere ausgerichtete Technologiefolgenabschätzung braucht eine Messvorschrift, die die volle Breite des Spektrums beschreibt und nicht partikulär bestimmte Ausschnitte betont. Die TA-Lärm setzt ausschließlich Normwerte für den bewusst wahrnehmbaren Lärm und damit näherungsweise das Ausmaß einer Lärmbelästigung.)

Diese Ausschnitte werden dann messtechnisch korrekt beschrieben und sind zur Zufriedenheit der Akustiker auch abgebildet. Die daraus ableitbare für Umweltmedizinisch und Immissionsschutz relevante Deutung (BlmSCH-Verfahren) bedingt im bestehenden den Entwurf der DIN Norm ein Verweigern der bislang dokumentierten und publizierten, im Gremium vorgestellten medizinischen Fälle mit der Folge, dass eine falsche Unbedenklichkeit vorgegaukelt wird, und die Schutzwirkung nach dem Vorsorgeprinzip nicht eingehalten wird.

Dieses Vorgehen ist nicht haltbar, da genau diese Behörde den Schutzauftrag für die Betroffenen leisten müsste. Es entsteht der Eindruck, dass alle Diskussionen der letzten Jahre z.B. auch unter 8 Hz standardisiert zu messen und den Körperschall mit einzubeziehen, vergessen scheinen. Es kann nicht sein, dass große Schallanteile messtechnisch weiterhin negiert werden und vor allem die extrauralen Wirkungen des Infraschalls wohlwissend ausgespart werden. Es gibt neue publizierte Forschungsergebnisse auf die Beeinflussung kognitiven Leistung im Gehirn und die schwächenden Auswirkungen auf Herzmuskelzellen.

Gerade im Anhang wünschen wir uns daher mehr Offenheit auch zu den bislang dokumentierten Fällen. Wir weisen aber darauf hin, dass sich die Rechenmodelle der aktuellen DIN auf weniger als 40 Kasuistiken berufen, während aus dem Umfeld der Betroffenen unserem Arbeitskreis mehr als 100 linear (Z-Bewertete) Messungen mit medizinisch erfasster Beschwerdeanamnese vorliegen. Die internationale Literatur liefert noch mehr Kasuistiken. Hier muss auch zur Motivation weiterer unabhängiger Forschungsprojekte das ganze Messpotential aufgezeigt werden.

- 3) Es dürfen keine Formulierungen gewählt werden, die gerade im Feld juristischer Normsetzung eher kontraproduktiv verstanden werden und verharmlosend wirken. Schutznormen müssen am medizinischen Kenntnisstand gemessen und von Medizinern mitgestaltet werden und dürfen nicht behördlichen Organen zur Ausgestaltung überlassen werden.
Diese Messvorschrift 45680 verpasst aktuell die Chance eine Brücke zu bauen zu den ganz klar evidenten noch weiter unabhängig zu erforschenden gesundheitlichen Beeinträchtigungen und Belästigungen aus technischen Infraschallquellen und der aktuell bekannten Messrealität mit ihren Mängeln.
Hier müssen Möglichkeiten zu weiterer Forschung aufgezeigt werden im Sinne von: Messung des ganzen vorhandenen tiefrequenten Schalls und Infraschalls und ungefilterte Verarbeitung der Messergebnisse, um sie unvoreingenommen objektiv deuten zu können.
- 4) Die betroffenen Menschen (und auch Tiere) leiden nicht an Belästigungen durch Schall allein, sondern vielmehr an der auralen und extrauralen biologischen Wirkung auf Innenohr und andere Organsysteme. Das auditive System allein kann nicht der isolierte Betrachtungshorizont bleiben. Dies ist in Grundlagenarbeiten seit Jahren bekannt, findet aber keinen angemessenen Niederschlag in dem Anhang dieser Norm und kann somit nicht als Impulsgeber für weitere unabhängige wissenschaftliche Erforschung dienen. Es wird durch die Norm somit auch kein Beitrag geleistet die weltweit dazu erfolgten, laufenden oder beabsichtigten Forschungen vergleichbarer zu machen. Hier werden Chancen zu Lasten der Gesundheit und Wissenschaft vergeben.
Auf die Fotografie bezogen verweigert die aktuelle DIN die RAW Formate und liefert behördenmodifizierte JPEGs. Dieses würde kein Fotograf akzeptieren. Die Umweltmedizin akzeptiert auch keine A-Bewertung, wenn sie weiß, dass es danach ungefiltert noch viel mehr an Schall im niederfrequenten Bereich gibt. Es reicht daher für die Zukunft nicht aus, eine Wahrnehmungsschwelle zu kreieren und immer zu betonen, was nicht wahrnehmbar sei, habe auch keine Wirkung.
- 5) Es entsteht nicht zu ersten Mal der Eindruck in den Formulierungen eines starken Deutungswillens zu einer immissionstechnischen Harmlosigkeit der geschilderten Beschwerden von durch technischen Infraschall betroffenen Teilen der Bevölkerung. Dies findet dann medial in Kommentaren wie „es gäbe keine belastbaren Hinweise auf Schädigung“ seinen Ausdruck und dann in viel zu geringen Abständen in der politischen Diskussion ihren normativen Widerhall.
Das Gegenteil ist allerdings aus umweltmedizinischer Sicht wahr: Es gibt derzeit keine belastbaren Studien, die eine gesundheitliche Unbedenklichkeit von emittiertem technischem Infraschall belegen können.

Fazit:

Leider trägt die aktuelle Fassung der DIN Norm durch ihre Beschränkung auf nur dBA Messung und der Begrenzung auf untere 8 Hz Grenze nicht dazu bei, den Konflikt zwischen pragmatischer Normsetzung und hinreichender Verantwortung gegenüber der Gesundheit der Bevölkerung zu entschärfen und die Diskussion zu versachlichen.

Wird die Norm so veröffentlicht, werden die neusten medizinischen und bioakustischen Erkenntnisse weiter ignoriert und es wird weiter akustisch korrekt nach dBA und vielleicht auch dBG am Objekt des Leidens, nämlich den wirklich Betroffenen DIN normiert vorbei gemessen.

Das ist dann die Patt-Situation, wie sie heute schon besteht.

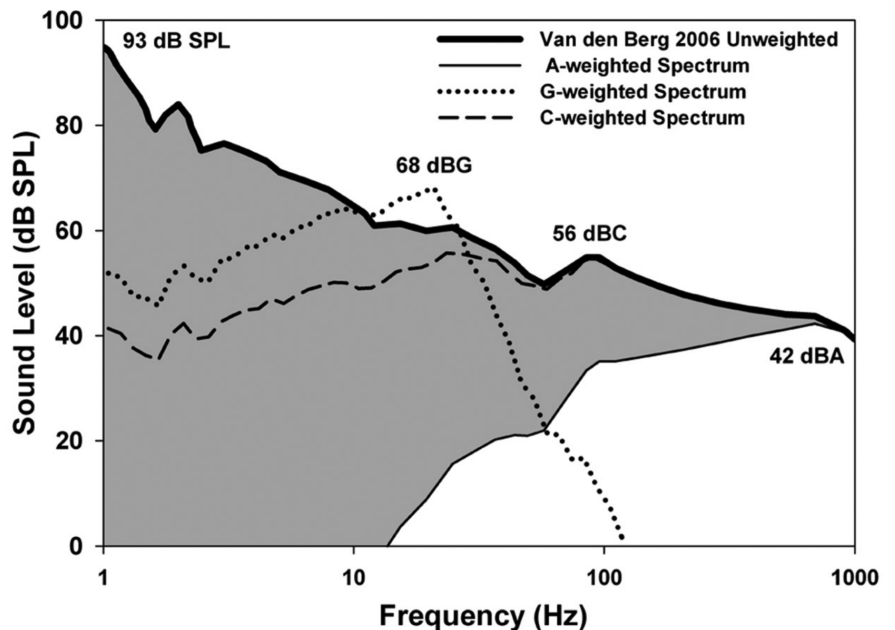
Wir sollten daher diese Norm und all die öffentliche Diskussion um sie herum als Chance aufzufassen, auch unbequeme Wahrheiten im Bereich der Emissionen ehrlich zu messen, die eventuell den Ausbau von möglichen technischen Anlagen infrage stellen könnten, auch wenn dies nicht dem politischen Willen entspricht.

In unserem freien demokratischen Land gelten die Wahrheit und das Grundrecht des Einzelnen auf körperliche Unversehrtheit. Eine DIN-Norm muss daher eine Schutznorm sein, um dem Vorsorgeprinzip zu entsprechen. Deshalb sollte dieses Regelwerk auch aufzeigen, wie die Erkenntnislage verbessert werden kann, um den Schutz der Bevölkerung zu gewährleisten.

Mit freundlichen Grüßen

Ärzte für Immissionsschutz


Dr. med. Thomas Carl Stiller



Der graue Bereich entfällt bei Messung nach dBA

AEFIS
Volperstr. 5
37170 Uslar

Telefon 05573 255
+49 170 3070002
Telefax 05573 999552
info@ae fis.de
www.ae fis.de

ÄRZTE
FÜR
IMMISSIONSSCHUTZ



CAUSARUM ENIM COGNITIO COGNITIONEM EVENTORUM FACIT