

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

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.

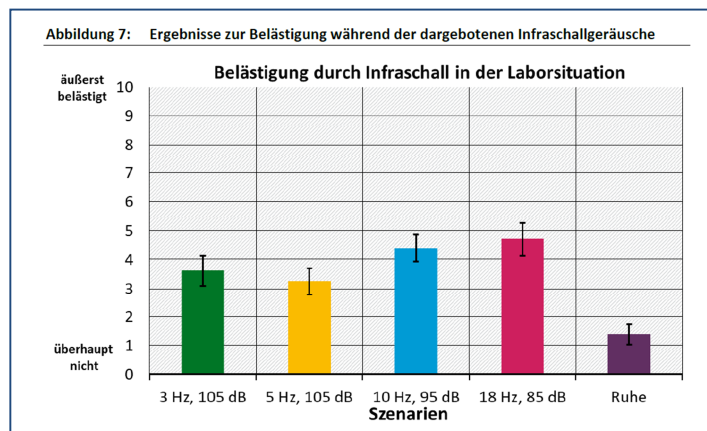
Leider wurde von der Windkraftlobby, den unterstützenden Parteien und Befürwortern sofort nur das eine Zitat „keine körperlichen Akutreaktionen“ aufgegriffen. Dem ist entschieden zu widersprechen.

Sicher ist die Einwirkzeit von 30 Minuten zu gering, um größere körperliche Akutreaktionen auszulösen. Allerdings zeigen die Ergebnisse eindeutig, dass die Geräuschenzenarien 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 Akutreaktionen 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

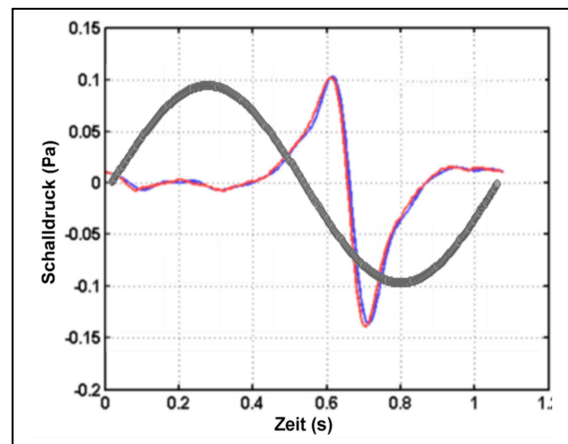
„Aufgrund der Ergebnisse der Laboruntersuchung kann folglich nicht ausgeschlossen werden, dass es bei einer langfristigen oder andauernden Exposition nicht doch zu physiologischen Veränderungen kommen kann.“

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 komplexe Geräusche auch schon dann wahrnehmbar sind, wenn die einzelnen

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 Ebenda S. 15

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).

Durch die jetzige Studie wird auch bestätigt, dass die von den Anwohnern vorgebrachten Beschwerden nicht alleine auf den Hörschall oder allein auf den Infraschall zurückgeführt werden können. Es wird die Vermutung ausgesprochen, dass es eine Kombination ist.¹⁴

Bereits in der Vergangenheit (z.B. 2014 und 2016) stellte das Bundesumweltamt fest, dass Langzeitstudien notwendig sind.^{15 16} 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.

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 Seite 27

¹⁵ UBA, Mögliche gesundheitliche Effekte von Windenergieanlagen“ Seite 4

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

¹⁶ Detlef Krahe, Dirk Schreckenberger, 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,¹⁷

„...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 Studie¹⁸ weist zu Recht auf die wegweisende Arbeit von Weichenberger et al hin.¹⁹ 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 (ACC²⁰ 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:²¹

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

¹⁷ Seite 46 und 47

¹⁸ Seite 46

¹⁹ 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/>

²⁰ ACC = anterior cingulate cortex. Ist sub-cortical angeordnet und steuert Affekte, Emotionen und Konzentration

²¹ 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.²²

„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:²³

„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

²² Seite 129, Kap. 6.2 und Seite 130

²³ 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.

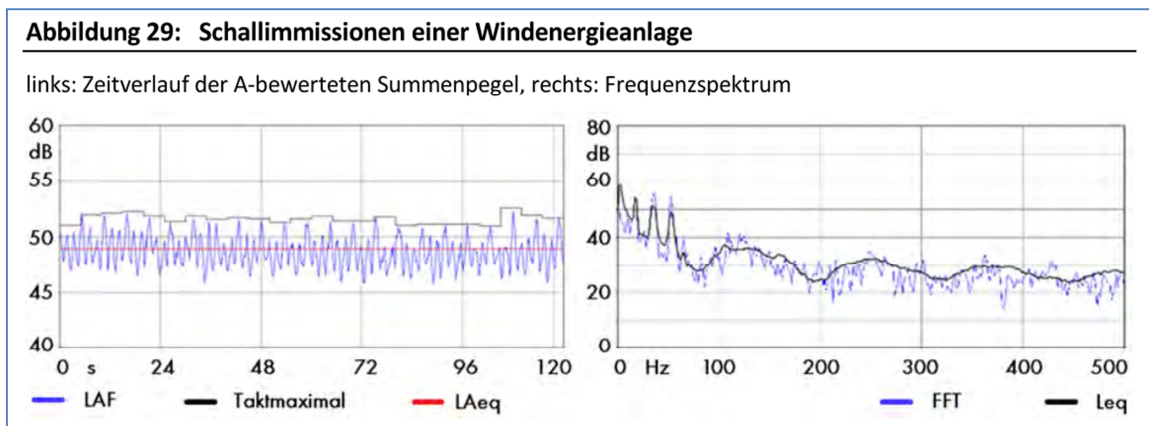
Offene Fragen und Lösungsansätze

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.²⁴

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.

²⁴ 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 bis auf die zelluläre Ebene hinein 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 Langzettell
Prof. Dr. Werner Mathys
Prof. Dr.-Ing. Lothar W. Meyer
Dr. Wolfgang Müller
Prof. Dr. Werner Roos
Dipl.-Ing. Bernhard Scherzinger