

ENTWURF



HessenAgentur

HA Hessen Agentur GmbH

Bürgerforum Energieland Hessen: Faktenpapier Windenergie und Infraschall

ENTWURF

*Nach Abschluss der Kommentierungsphase am 23. März 2015
befindet sich der Entwurf in Überarbeitung.*

Von AEFIS und Ärzteforum Bad Orb kommentierte Version

http://www.energieland.hessen.de/faktenpapier_infraschall

Stand: Februar 2015
(Hinweis aktualisiert im März 2015)

Gliederung

1	Vorwort	3
2	Einleitung.....	3
2.1	Ausgangssituation	3
2.2	Faktencheck Infraschall	4
3	Fachliche Grundlagen zu Infraschall.....	6
3.1	Definition von Infraschall	7
3.2	Infraschallquellen	7
3.3	Ausbreitung und Messung	7
3.4	Wahrnehmung und Wirkung von Infraschall beim Menschen	8
4	Infraschall und Windenergie	9
4.1	Wieviel Infraschall geht von Windenergieanlagen aus?	9
4.2	Gesundheitliche Auswirkungen von Infraschall durch Windenergieanlagen	11
5	Rechtliche Rahmenbedingungen und Vorsorge.....	14
6	Zusammenfassung.....	16
7	Publikationen und Quellen.....	18

Hinweis:

Das vorliegende Faktenpapier stellt einen Entwurf dar, der nach einem Expertenhearing und nach weiterer Abstimmung mit den Expertinnen und Experten erstellt wurde. Dieser Entwurf konnte vom 27. Februar bis zum 23. März 2015 öffentlich kommentiert werden. Die Rückmeldungen werden derzeit von den Expertinnen und Experten bearbeitet. Die finale Version des Faktenpapiers wird nach Abschluss der Bearbeitung veröffentlicht.

- * Falschaussage, unbelegte Behauptung
- * Falsche Interpretation, Messung, Auswertung
- * richtige Aussage ohne Relevanz für das Thema
- * Richtige Aussage

1 Vorwort

Das Landesprogramm Bürgerforum Energieland Hessen (BFEH) unterstützt die Energiewende in Hessen durch **zielgerichtete Informations- und Dialog-Angebote für Kommunen und Bürgerinnen und Bürger zu den Themen rund um Energieeffizienz und regenerative Energien.**

Der größte Beratungsbedarf seitens der Kommunen besteht bei der Planung von Windenergieanlagen. Dabei unterstützt das Bürgerforum sowohl bei technischen, planerischen und rechtlichen Fragestellungen, vor allem aber beim Umgang mit ggf. vor Ort auftretenden Konflikten rund um die Ansiedlung von Windenergieanlagen. Da jede Kommune einen anderen Planungsstand aufweist, wird das BFEH-Angebot für die Kommune nach intensiven Vorgesprächen und einer darauf aufbauenden Themenfeldanalyse auf die konkreten Bedürfnisse der jeweiligen Kommunen zugeschnitten. Das Bürgerforum Energieland Hessen ist somit flexibel bezüglich der besonders nachgefragten fachlichen Schwerpunkte (z.B. Wirtschaftlichkeit, Artenschutz, Landschaftsbild, Gesundheit) und der Formate – von der großen Dialogveranstaltung über ein Energie-Coaching bis hin zu Mediation und Konfliktbearbeitung im kleineren Kreis. Weiterhin besteht die Möglichkeit, bei Sichtbarkeitsanalysen punktuell ein dynamisches dreidimensionales Visualisierungs-Programm einzusetzen.

Themen von landesweiter Bedeutung wie z.B. Infraschall werden in zentralen Faktenklärungsprozessen diskutiert und aufbereitet. Das Ergebnis eines solchen Prozesses ist das vorliegende Faktenpapier zum Thema Windenergie und Infraschall.

Das Landesprogramm Bürgerforum Energieland Hessen wird im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr (HMWEV) von der HA Hessen Agentur umgesetzt. Diese stimmt sich eng mit den Regierungspräsidien und dem Regionalverband FRM ab. Drei Projektpartner (IFOK, DIALOG BASIS und Genius mit team ewen) übernehmen die Beratung vor Ort in den Kommunen, moderieren und unterstützen diese bei Konflikten. Seit Mitte 2013 wurden etwa 30 Veranstaltungen in rund 25 hessischen Kommunen vorbereitet, durchgeführt und dokumentiert. Dabei wurden bisher etwa 3.000 Bürgerinnen und Bürger unmittelbar erreicht. Das von den beteiligten Bürgermeisterinnen und Bürgermeistern **als hilfreich bewertete Landesprogramm** ist weiterhin offen für neue Kommunen.

2 Einleitung

2.1 Ausgangssituation

Während der Erstellung der Teilregionalpläne Energie durch die drei Regierungspräsidien in Hessen (regionale Planungsebene) und bei der konkreten Planung von Windenergieanlagen in den Kommunen (lokale Planungsebene) wurde deutlich, dass Bürgerinnen und Bürger und politische Entscheidungsträger nach genauen Auskünften zu möglichen schädlichen Auswirkungen von Windenergieanlagen durch Infraschall auf die menschliche Gesundheit verlangen.

Sowohl in Gesprächen und Veranstaltungen vor Ort als auch in verschiedenen Medien (Internet, Drucksachen) wird von Kritikern des Windenergieausbaus die Meinung vertreten, dass gesundheitliche Symptome wie beispielsweise Schlafstörungen, Herz- und Kreislaufprobleme, Unruhe, Reizbarkeit, De-

pressionen und Angstzustände durch Infraschall von Windenergieanlagen ausgelöst werden. Darüber hinaus kritisieren sie, dass die bisher vorliegenden gesetzlichen Regelungen wie der Mindestabstand zum Siedlungsrand unzureichend wären. Sie fordern neben einer verstärkten Forschung auch eine Berücksichtigung von Studien aus dem Ausland, die negative Effekte von Infraschall ausgehend von Windenergieanlagen belegen würden. Im Sinne einer Risikovorsorge verlangen sie, den Abstand von Windenergieanlagen zu Siedlungen deutlich zu erhöhen oder den weiteren Ausbau der Windenergie ganz einzustellen, bis weitere wissenschaftliche Erkenntnisse vorliegen würden.

Die Landesregierung nimmt diese Argumente und den allgemeinen Informationsbedarf zum Thema Windenergie sehr ernst. Der Faktencheck im Rahmen des landesweiten Projektes „Bürgerforums Energieland Hessen“ zum Thema Infraschall durch Windenergieanlagen soll Klarheit in die Argumentation bringen und die vorliegenden Fakten verständlich und übersichtlich darstellen. Mit der Konzeption, Organisation sowie der Moderation eines Expertenhearings und der redaktionellen Ausarbeitung des Faktenpapiers wurde das Beratungsunternehmen IFOK beauftragt.

2.2 Faktencheck Infraschall

Das vorliegende Faktenpapier zum Thema Windenergie und Infraschall ist das Ergebnis eines landesweiten Faktenchecks. Hierzu wurden führende deutsche Expertinnen und Experten zum Thema "Infraschall durch Windenergieanlagen" eingebunden. Ihre Auswahl wurde anhand einer bundesweiten Recherche, der Ansprache zahlreicher, mit dem Thema vertrauter, Vertreterinnen und Vertreter unterschiedlichster Institutionen wie Hochschulen, Ingenieurbüros, Verbände sowie Fachbehörden auf Bundes- und Landesebene und durch die Einbindung hessischer Bürgerinitiativen vorgenommen.

Die inhaltlichen Grundlagen für das Faktenpapier lieferte ein Expertenhearing in Wiesbaden. Der hierfür im Vorfeld erstellte Fragenkatalog wurde u.a. mit den Expertinnen und Experten erarbeitet. Ebenso erfolgte ihre Einbindung bei der anschließenden Ausarbeitung des vorliegenden Faktenpapiers. Die Expertinnen und Experten stehen hierbei jeweils für die Aussagen in ihrem Fachgebiet.

2.2.1 Die Expertinnen und Experten



Dipl. Ing. Christian Eulitz

Ingenieur, Möhler und Partner Ingenieure AG

Fachgutachter und Spezialist für akustische Messtechnik als Messstellenleiter des akkreditierten Prüflaboratoriums nach DIN EN ISO 17025 für das Modul Immissionsschutz (Geräusche, Erschütterungen) und Leiter der Messstelle nach §26 BImSchG für Schallimmissionsschutz

Mitautor der veröffentlichten „Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall“ im Auftrag des Umweltbundesamtes und Forschungsleiter für die aktuell laufende Studie „Ermittlung und Bewertung tieffrequenter Geräusche in der Umgebung von Wohnbebauung“ im Auftrag des Umweltbundesamtes



Prof. Dr. Caroline Herr

Fachärztin für Hygiene und Umweltmedizin, Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit

Präsidentin der Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin (GHUP)

Mitglied im Ausschuss für Umwelt und Gesundheit der Bundesärztekammer (BÄK)

Mitglied der Kommission Umweltmedizin, Robert Koch-Institut und Um-

weltbundesamt



Prof. Dr. Claudia Hornberg

Fachärztin für Hygiene und Umweltmedizin, Universität Bielefeld

Vize-Präsidentin der Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin (GHUP)

Mitglied der Kommission Umweltmedizin, Robert Koch-Institut und Umweltbundesamt

Mitglied der Human-Biomonitoring-Kommission, Umweltbundesamt

Mitautorin der Empfehlung des Robert-Koch-Instituts: Infraschall und tieffrequenter Schall – ein Thema für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz in Deutschland? Mitteilung der Kommission „Methoden und Qualitätssicherung in der Umweltmedizin“



Prof. Dr. Detlef Krahe

Ingenieur, Universität Wuppertal

Vorstandsmitglied bei der Deutschen Gesellschaft für Akustik (DEGA)

Mitautor der veröffentlichten „Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall“ im Auftrag des Umweltbundesamtes



Dr. Johannes Pohl

Umweltpsychologe, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Mitarbeit in Projekten zu Stresswirkungen und zur sozialen Akzeptanz der Windenergie

Mitautor der „Wilstedt-Studie“: Untersuchung der Beeinträchtigung von Anwohnern durch Geräuschemissionen von Windenergieanlagen und Ableitung übertragbarer Interventionsstrategien zur Verminderung dieser.



Dr. Alfred Stapelfeldt

Fachanwalt für Verwaltungsrecht, Lehrbeauftragter für Umweltrecht, Hochschule Mainz

Anwaltlich tätig im Öffentlichen Recht. Schwerpunkte: Öffentliches Bau- und Planungsrecht (z. B. Bauordnungsrecht, Bauplanungsrecht, Fachplanungsrecht / Planfeststellungsverfahren, Raumordnungsrecht), Umweltrecht (z. B. Immissionsschutzrecht, Wasserrecht, Naturschutzrecht, Abfallrecht), Vergaberecht

div. Veröffentlichungen zu umweltrechtlichen Themen

2.2.2 Das Expertenhearing

Am 16. Dezember 2014 fand das Expertenhearing in Wiesbaden statt. Es befasste sich mit den technischen und akustischen Grundlagen von Infraschall, Messtechnik und Messergebnissen, der gesundheitlichen Relevanz von Infraschall, den einschlägigen Gesetzen und Verordnungen sowie der Genehmigungspraxis in Bezug auf Infraschall durch Windenergieanlagen.

Vertreterinnen und Vertreter eines breit besetzten Panels konnten – stellvertretend für die vielen Interessengruppen aus Hessen, die sich mit dem Thema Windenergie auseinandersetzen – Fachfragen

an die oben genannten Expertinnen und Experten richten¹. Die Zusammensetzung des Expertengremiums und des Panels sowie die Inhalte des zu Grunde gelegte Fragenkatalogs wurden in Abstimmung mit einer Vielzahl beteiligter Gruppen, u. a. lokalen und regionalen Bürgerinitiativen gegen Windkraft, abgestimmt.

Mitglieder des Panels waren:

1. Dr. Eckhard Kuck, Bürgerinitiative Gegenwind Bad Orb, Vernunftkraft
2. Dr. Andreas Meissauer, Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung
3. Gunther Möller, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
4. Dr. Rolf Sammeck, Ärzte für Immissionsschutz
5. Peter Stephan, MdL, energiepolitischer Sprecher der CDU-Fraktion im Landtag Hessen²
6. Dr. Tomas Stiller, Bürgerinitiative pro Barterode, Vernunftkraft
7. Ludwig Sothmann, Mitglied im Präsidium des Deutschen Naturschutzrings
8. Stephan Thiele, Regierungspräsidium Darmstadt
9. Bernd Töpferwien, Vernunftkraft
10. Walter Wagner, Regierungspräsidium Darmstadt
11. Joachim Wierlemann, Landesvorstand Hessen, Bundesverband Windenergie
12. Dr. Jutta Witten, Hessisches Ministerium für Soziales und Integration

Die Veranstaltung fand vor einem geladenen Publikum statt, das ebenfalls die Möglichkeit erhielt, Fragen an die Expertinnen und Experten zu stellen. Als Dokumentation des Hearings stehen Video-Mitschnitte der gesamten Veranstaltung auf der Website <http://www.energieland.hessen.de/dynasite.cfm?dsmid=503005> zur Verfügung. Die Ergebnisse des Hearings finden sich in diesem Faktenpapier wieder.

3 Fachliche Grundlagen zu Infraschall

Das Phänomen Schall setzt mit seinen komplexen physikalischen Eigenschaften bestimmte fachliche Kenntnisse voraus, um Messergebnisse oder Studien verstehen und interpretieren zu können. Die folgenden Informationen sollen ein Grundverständnis zur leichteren Lektüre des Faktenpapiers schaffen, ohne den Anspruch auf wissenschaftliche Vollständigkeit zu erheben. Die folgenden Abschnitte beziehen sich auf das Phänomen Infraschall im Allgemeinen. Die konkreten Zusammenhänge zwischen Infraschall und Windenergieanlagen werden in Kapitel 4 dargestellt.

¹ Herr Prof. Dr. Krahe musste seine Teilnahme am Expertenhearing kurzfristig absagen, war aber an der anschließenden Erarbeitung des Faktenpapiers beteiligt.

² Eingeladen waren alle im hessischen Landtag vertretenen Fraktionen.

3.1 Definition von Infraschall

Als Infraschall bezeichnet man Schallwellen mit Frequenzen unter 20 Hertz³. Es handelt sich dabei um extrem tiefe Töne, die das menschliche Ohr nur bei sehr hohen Schallpegeln hören kann⁴ (zu Wahrnehmung und Wirkung von Infraschall siehe Kapitel 3.4). Häufig wird in der Diskussion um gesundheitliche Auswirkungen durch Schall auch der Begriff „tieffrequenter Schall“ verwendet. Dieser definiert als Sammelbegriff den Schall bis zu einer Frequenz von 100 Hz⁵. Infraschall ist also der tiefste Teil im Frequenzspektrum des tieffrequenten Schalls.

3.2 Infraschallquellen

Infraschall kommt vielfältig in unserer Umgebung vor. In der Natur wird Infraschall durch schwere, bewegte Massen wie Luft und Wasser, Turbulenzen oder Resonanzphänomene erzeugt. Natürliche Infraschallquellen sind etwa Föhnwinde, Gewitter, die Meeresbrandung, Erdbeben oder Vulkanausbrüche. Der Mensch hat zusätzlich zahlreiche künstliche Infraschallquellen in seiner Umwelt geschaffen. Die aktuelle Studie des Umweltbundesamtes zu Wirkungen von Infraschall (UBA-Machbarkeitsstudie)⁶ unterscheidet folgende künstliche Quellengruppen: Klima- und Lüftungsanlagen, Baumaschinen, Anlagen von Energieerzeugung und -transport (Windenergieanlagen, Biogasanlagen, Umspannwerke), Verkehrstechnische Einrichtungen (Schiffe, Kraftfahrzeuge, Bahnen), Sieb- und Sortieranlagen, Kompressoren und Pumpen, Transport (Förderbänder, Rohrleitungen), Veranstaltungen (Diskotheken, Openair-Veranstaltungen), Produktionsstätten (Betriebe) und sonstige technische Anlagen oder Ereignisse. **Windenergieanlagen stellen somit eine von vielen Infraschallquellen in unserer Umgebung dar.**

3.3 Ausbreitung und Messung

Infraschall (< 20 Hz) hat andere Eigenschaften als Schall mit höheren Frequenzen. Die Übertragung erfolgt mit einer Wellenlänge größer als ca. 17 m **durch die Luft und durch Schwingungen in Festkörpern.** Aufgrund seiner großen Wellenlänge wird Infraschall von Schutzwällen oder **Gebäuden kaum gedämpft und kann sie nahezu ungehindert durchdringen.** Der Schalldruckpegel, damit auch die wahrnehmbare Lautstärke, nimmt daher hauptsächlich über die Entfernung und **relativ unabhängig von der Umgebung ab.** **Bei einer Verdopplung der Entfernung verteilt sich die Schallenergie bei einer kugelförmigen Ausbreitung auf die vierfache Fläche und der Pegel verringert sich um ca. 6 Dezibel.** **Durch Resonanzen und Interferenzen kann tieffrequenter Schall in Gebäuden verstärkt werden⁷.**

³ Die Einheit der Frequenz heißt Hertz (Hz), ein Hertz entspricht einer Schwingung pro Sekunde, niedrige Frequenzen kennzeichnen tiefe Töne, hohe Frequenzen hohe Töne. Für den Menschen gut hörbarer Schall liegt zwischen 20 und 20.000 Hz. Frequenzen, oberhalb des Hörbereichs werden als Ultraschall bezeichnet.

⁴ Im Frequenzbereich unter 20 Hz (Infraschall) besteht keine ausgeprägte Hörempfindung mehr, weil die Tonhöhenempfindung fehlt. Jedoch ist Infraschall nicht prinzipiell unhörbar! Die Hörschwelle wurde bis herab zu etwa 1 Hz gemessen. Überschwellige Immissionen werden überwiegend als Pulsationen und Vibrationen wahrgenommen.

⁵ Nach DIN 45680.

⁶ Krahé, D., Schreckenber, D., Ebner, F., Eulitz, C., Möhler, U. (2014), Umweltbundesamt (Hrsg.): Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall

⁷ Die DIN 45680 bezieht sich daher auf Messwerte innerhalb eines Gebäudes, da tieffrequenter Schall durch Wände und Fenster nicht bzw. nicht in dem Maße gedämmt wird wie der „normal hörbare“ Schall.

Für die Beurteilung der Wirkungen von Infraschall auf den Menschen eignet sich die in der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm)⁸ übliche A-Bewertung des Schallpegels⁹ nicht. Nach Ziffer 7.3 der TA Lärm hat deshalb eine besondere Berücksichtigung tieffrequenter Geräusche zu erfolgen. Er erfordert besondere Auswerteverfahren, bei denen der Schalldruckpegel anders bewertet wird. Grundsätzlich liegt das Problem bei der Messung des sehr tieffrequenten Schallbereichs darin, den von der Quelle ausgehenden Infraschall vom Hintergrundgeräusch und sonstigen Schalldruckschwankungen zu trennen, da z. B. im Außenbereich auch der Wind als natürliche Quelle oder innerhalb von Gebäuden das Öffnen eines Fensters Infraschall erzeugt.

3.4 Wahrnehmung und Wirkung von Infraschall beim Menschen

Der Mensch nimmt Schall in erster Linie über sein Sinnesorgan Ohr wahr. Auch im Infraschallbereich ist das Ohr das sensitivste Organ für die Wahrnehmung der Schallwellen. Darüber hinaus kann Infraschall bei Schallpegeln, die deutlich oberhalb der Hörschwelle liegen, auch mit anderen Organen wahrgenommen werden wie z. B. in Lunge, Nase oder Stirnhöhlen als Vibrationen und Pulsationen.

Ob Töne noch gehört werden, variiert besonders bei den hohen und tiefen Frequenzen von Mensch zu Mensch. Die dazu aufgestellten Schwellenwerte ergeben sich aus statistischen Betrachtungen. So gibt die sogenannte Hörschwelle an, ab welchem Wert ein bestimmter Ton (Schall einer bestimmten Frequenz) von 50 Prozent der Menschen nicht mehr hörbar wahrgenommen werden kann. Im neuen Entwurf der DIN 45680 wird zusätzlich eine um etwa 3 Dezibel geringere, sogenannte Wahrnehmungsschwelle definiert. Auch diese orientiert sich an der Hörbarkeit des Schalls. Sie gibt an, unterhalb welcher Lautstärke 90 Prozent der Bevölkerung einen bestimmten Ton nicht mehr hören kann und soll den Unterschieden in der individuellen Hörschwelle der Bevölkerung stärker gerecht werden.

Zu niedrigen Frequenzen hin (tiefe Töne) steigt die Hör- bzw. Wahrnehmungsschwelle stark an. So liegen beispielsweise bei einem Ton mit der Frequenz von 20 Hertz die Hörschwelle bei 71 Dezibel und die Wahrnehmungsschwelle bei 68,5 Dezibel. Bei einem Ton mit der sehr tiefen Frequenz von 8 Hertz steigt die Hörschwelle auf 103 Dezibel und die Wahrnehmungsschwelle auf 100 Dezibel an. In der aktuellen Diskussion um die Wirkung von Schall auf den menschlichen Organismus wird zunehmend die Wahrnehmungsschwelle als relevantes Kriterium herangezogen¹⁰; in älteren Erhebungen wird hingegen noch die Hörschwelle verwendet. Während Herr Prof. Krahe die Meinung vertritt, dass bei einer dauerhaften Beschallung eine Sensibilisierung in der Wahrnehmung auftreten kann, gibt es hierfür nach Ansicht von Frau Prof. Herr keine Belege.

Unstrittig ist, dass Infraschall bei sehr hohen Schallpegeln schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben kann. Die gesundheitlichen Wirkungen am Menschen können auraler (das Gehör betreffend) und extraauraler (alle anderen Wirkungen auf den Körper) Natur sein. Beispielsweise

⁸ Die TA Lärm ist eine Verwaltungsvorschrift, die dem Schutz und der Vorsorge vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Anlagengeräusche dient. Sie wird bspw. bei Genehmigungsverfahren von Gewerbe- und Industrieanlagen herangezogen.

⁹ Um Abweichungen der Schallmessungen vom Höreindruck zu korrigieren, wird üblicherweise ein A-Filter eingesetzt. Der bewertete Schalldruckpegel wird in dB(A) angegeben, im Gegensatz dazu handelt es sich z. B. bei dB(Z), um einen unbewerteten Schalldruckpegel.

¹⁰ Die Hörschwelle gilt als Anhaltswert im Beiblatt 1 der aktuellen Version der DIN 45600 (siehe Kapitel 5 Rechtliche Rahmenbedingungen und Vorsorge). Im neuen Entwurf der DIN 45600 von September 2013 wird als Anhaltswert nicht mehr die Hörschwelle sondern die Wahrnehmungsschwelle zugrunde gelegt. Die neue DIN- legt somit strengere Maßstäbe an.

gilt zunehmende Müdigkeit nach mehrstündiger Exposition (Beschallung) gegenüber gerade noch hörbarem Infraschall sowie eine Abnahme der Atemfrequenz als gesicherte Infraschallwirkung. In einigen Studien wurden durch Infraschall ausgelöste Effekte auf das Herz-Kreislaufsystem sowie eine Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit oder des Schlafes beobachtet, wobei die wissenschaftlichen Belege für diese Wirkungen nicht so eindeutig sind wie bei Betrachtung der Lärmwirkungen (Hörschall). Bei sehr hohen Schallpegeln von über 140 Dezibel kann Infraschall zu Gehörschäden und ab 185 Dezibel sogar zu Schäden am Trommelfell führen (weitere Informationen zum Thema Gesundheit finden sich unter Kapitel 4.2).

Negative Auswirkungen von reinem Infraschall auf den Menschen konnten bisher nur wissenschaftlich abgesichert belegt werden, wenn die Hör- und Wahrnehmungsschwelle bei den jeweiligen Frequenzen überschritten wurde. In einigen Untersuchungen, die Wirkungen auch bei Werten unterhalb der Hör- und Wahrnehmungsschwelle beschrieben haben, lagen gleichzeitig Schallanteile im tieffrequenten Bereich oberhalb der Hörschwelle vor, die damit die plausible Ursache für die beobachtete Wirkung darstellen¹¹. In Studien, in denen ausschließliche Infraschall unterhalb der Hörschwelle vorlag, konnten keine Wirkungen auf den Menschen beobachtet werden¹².

4 Infraschall und Windenergie

4.1 Wieviel Infraschall geht von Windenergieanlagen aus?

Windenergieanlagen erzeugen neben hörbarem Schall auch Infraschall. Sie gehören daher zu den künstlich vom Menschen geschaffenen Infraschallquellen (siehe Kapitel 3.2). Der von ihnen erzeugte Infraschall kann im Umfeld der Anlage gemessen werden. Aktuelle Messergebnisse aus Baden-Württemberg an Windenergieanlagen mit einer Leistung von 1,8 bis 3,2 MW zeigen, dass der Infraschallpegel auch im Nahbereich bei Abständen zwischen 150 und 300 m deutlich unterhalb der menschlichen Hör- bzw. Wahrnehmungsschwelle liegt¹³ (siehe Abbildungen 1 und 2).

Andere Messungen kommen ebenfalls zu vergleichbaren Ergebnissen. So konnten bei Langzeitmessungen an einer 1,5 MW-Anlage ab 600 m nur sehr geringe Infraschallwerte gemessen werden, die ebenfalls deutlich unterhalb der Wahrnehmungsschwelle lagen. Auch nach der deutschlandweiten Befragung der Immissionsschutzbehörden über Konfliktfälle mit Infraschall und tieffrequenten Geräuschen im Rahmen der UBA-Machbarkeitsstudie gab es keinen einzigen wissenschaftlichen Beleg (z. B. Messbericht) für einen tatsächlich auf Infraschall zurückzuführenden Immissionskonflikt aus dem Umfeld von bestehenden Windenergieanlagen¹⁴.

Ab bestimmten Entfernungen ist der Infraschall, der von der Windenergieanlage ausgeht, nicht mehr vom Hintergrundschall zu unterscheiden. Bei den Messungen in Baden-Württemberg konnte im Ab-

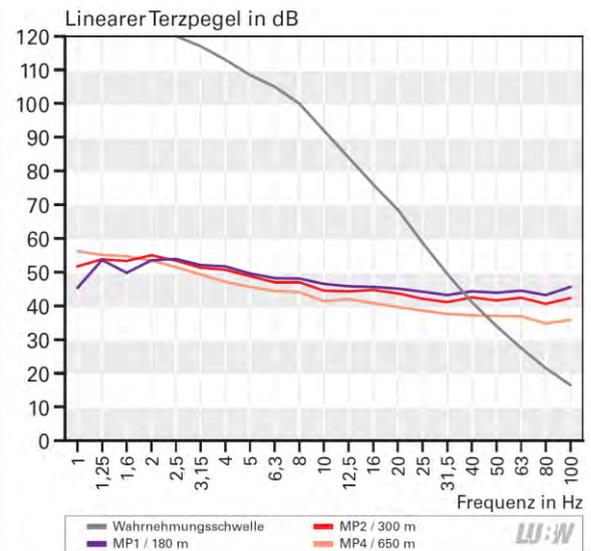
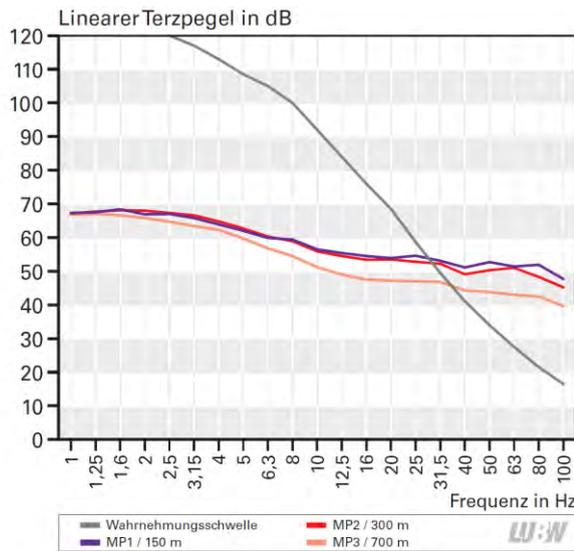
¹¹ Krahé, D., Schreckenberger, D., Ebner, F., Eulitz, C., Möhler, U. (2014), Umweltbundesamt (Hrsg.): Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall

¹² Hinweis von Herrn Prof. Krahé: Es sollte allerdings beachtet werden, dass hier eher die individuelle und nicht eine statistisch ermittelte Hörschwelle maßgeblich ist, wenn davon ausgegangen wird, dass Schall, der nicht hörbar ist, auch keine negative Wirkung haben kann.

¹³ Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.)(2014): Tieffrequente Geräusche und Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen

¹⁴ Eulitz, C., berichtet aus den Untersuchungen der Möhler+Partner Ingenieure AG im Rahmen der Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall im Auftrag des Umweltbundesamtes

stand von 700 m beobachtet werden, dass sich beim Einschalten der Windenergieanlage der gemessene Infraschallpegel nicht mehr nennenswert erhöht¹⁵ (siehe Abbildung 3). Bei weiteren Untersuchungen konnte ab einer Entfernung von 600 m¹⁶ oder bei Messungen in 1.200 m Entfernung¹⁷ kein nennenswerter Unterschied zwischen an- und ausgeschalteter Anlage festgestellt werden. Das heißt, der gemessene Infraschall stammte bei diesen Entfernungen überwiegend vom Wind und anderen Quellen und nicht vom Betrieb der Windenergieanlagen.



Abbildungen 1 und 2: Vergleichende frequenzabhängige Darstellung in verschiedenen Abständen (MP=Messpunkt) bei einer eingeschalteten 2 MW-WEA (links) und einer eingeschalteten 3,2 MW-WEA (rechts). (Quelle LUBW Zwischenbericht Messprojekt 2013-2014, Seite 19 und 32)

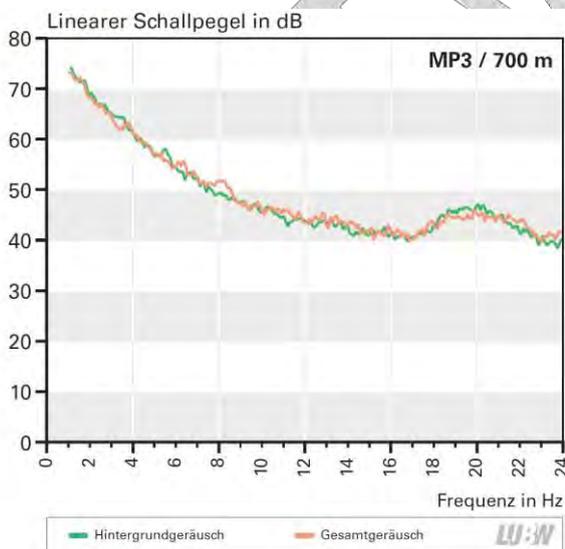


Abbildung 3: Eingeschaltete 2 MW-WEA mit Hintergrundgeräusch in 700 m Entfernung (Quelle LUBW Zwischenbericht Messprojekt 2013-2014, Seite 17)

¹⁵ Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.)(2014): Tieffrequente Geräusche und Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen

¹⁶ KÖTTER CONSULTING ENGINEERS KG (2010)

¹⁷ Herr, C., mündliche Mitteilung LFU, Bayern 2014

4.2 Gesundheitliche Auswirkungen von Infraschall durch Windenergieanlagen

Messtechnisch kann also nachgewiesen werden, dass von Windenergieanlagen Infraschall ausgeht. Die festgestellten Infraschallpegel liegen aber selbst im nahen Umfeld (150 bis 300 m) unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen und haben damit aus Sicht der Expertinnen und Experten nach jetzigem Wissensstand keine negative Wirkung auf die menschliche Gesundheit. (vgl. auch Kapitel 3.4).

In einer Studie, die gesundheitliche Belastungen beim Menschen durch hörbaren Schall untersucht hat, konnten keine Symptome gefunden werden, die eindeutig mit Infraschallwirkungen in Verbindung gebracht werden könnten, wie z. B. Schwindel¹⁸. Auch die UBA-Machbarkeitsstudie zeigt keine Untersuchungen auf, die gesundheitliche Belastungen ausschließlich auf Infraschall zurückführen. Ein wissenschaftlich eindeutiger Zusammenhang zwischen Infraschall durch Windenergieanlagen und gesundheitlichen Belastungen ist daher bei der derzeitigen Befundlage nicht herstellbar. Daher kommt der umweltmedizinischen Begleitforschung eine zentrale Rolle zu, um gesundheitliche Folgen besser abschätzen zu können und damit den vorsorgenden Gesundheitsschutz zu verbessern. Hierbei sollen insbesondere Menschen berücksichtigt werden, die besonders empfindlich auf äußerliche Einwirkungen reagieren. Darüber hinaus ist diese Forschung wichtig, weil bisher aktuelle nationale und internationale Forschungen noch keine beweiskräftigen Ergebnisse aus Langzeitstudien erbracht haben.

In einer komplexen Umwelt ist es sehr schwierig zu trennen, welche Symptome auf welche Ursachen zurückzuführen sind. Dies stellt die Wissenschaft vor besondere Herausforderungen. Untersuchungen zeigen auf, dass auch umweltpsychologische Aspekte in diesen Zusammenhängen häufig eine Rolle spielen können. So kann das Phänomen einer veränderten Umwelt z. B. durch die Errichtung von Windenergieanlagen auch zu negativen Erwartungen und dann zu negativen Effekten führen¹⁹.

Die Bedeutung des Abstands zu Windenergieanlagen in Bezug auf Infraschall

Grundsätzlich ist festzustellen, dass sich der Schalldruckpegel mit zunehmendem Abstand zur Quelle verringert (siehe Kap. 3.3). In der UBA-Machbarkeitsstudie sind jedoch bewusst keine Empfehlungen für konkrete Mindestabstände in Bezug auf Infraschall aufgeführt, da die lokale Ausbreitung von Infraschall nur schwer vorhergesagt werden kann. Denn der genaue Einfluss von Topographie und Beschaffenheit der Umgebung auf die Ausbreitung von Infraschall ist nicht abschließend erforscht. Die Experten und Expertinnen empfehlen, dass idealerweise in der konkreten Situation vor Ort Messungen durchgeführt und dann mit einem Sicherheitsaufschlag versehen werden.

Legt man die bisher bekannten wissenschaftlichen Erkenntnisse und Messergebnisse von Infraschall durch Windenergieanlagen zu Grunde, ist aus Sicht der Expertinnen und Experten der in Hessen festgelegte Mindestabstand von Windenergieanlagen zum Siedlungsrand (1.000 m) daher im Sinne der Vorsorge gegen Infraschall aus heutiger Sicht ausreichend.

¹⁸ Pohl, J., Gabriel, J. & Hübner, G. (2014). Untersuchung der Beeinträchtigung von Anwohnern durch Geräuschemissionen von Windenergieanlagen und Ableitung übertragbarer Interventionsstrategien zur Vermeidung dieser

¹⁹ Pohl, J., Gabriel, J. & Hübner, G. (2014). Untersuchung der Beeinträchtigung von Anwohnern durch Geräuschemissionen von Windenergieanlagen und Ableitung übertragbarer Interventionsstrategien zur Vermeidung dieser

Internationale Studien zu Infraschall durch Windenergieanlagen

Auch eine Vielzahl internationaler Studien beschäftigt sich mit Infraschall von Windenergieanlagen. Bei diesen Studien muss insgesamt berücksichtigt werden, dass sie aufgrund unterschiedlicher Methodik und Herangehensweisen, unzureichender Dokumentation der Forschungsdesigns und lokalen Besonderheiten nicht ohne weiteres untereinander oder mit deutschen Studien vergleichbar sind.

Eine dieser Studien beschreibt beispielsweise Reaktionen des Innenohrs durch Infraschall auch unterhalb der Hörschwelle²⁰. Diese Erkenntnisse wurden im Tierversuch an Meerschweinchen gewonnen und können laut den Expertinnen und Experten nicht ohne weiteres auf den Menschen übertragen werden. Auch ist hier die gesundheitliche Relevanz ungeklärt: Denn messtechnisch erfassbare Effekte müssen nicht zwangsläufig zu gesundheitlichen Auswirkungen führen.

Das oft zitierte „Wind-Turbinen-Syndrom“ – ein Begriff eingeführt von Dr. Nina Pierpont, USA – beschreibt Symptome eines Krankheitsbildes, das bei Menschen auftreten können soll, die in der Nähe von Windenergieanlagen wohnen. Hierbei handelt es sich laut Aussage der Expertinnen und Experten vor allem um eine medizinische Fallbeschreibung, die noch keinen Rückschluss auf ursächliche Zusammenhänge zwischen Windenergieanlagen und den beschriebenen Symptomen auf Bevölkerungsebene zulässt. Die Studie wurde bisher nicht in Fachmedien publiziert und ist derzeit in der Fachwelt nicht anerkannt. Sie bietet zumindest Anhaltspunkte für weitere Untersuchungen an großen Stichproben, in denen die Messung von Infraschall und tieffrequentem Schall mit der Befragung von Anwohnern kombiniert werden sollte

Eine aktuelle Veröffentlichung aus Australien könnte Hinweise geben, dass es zu Lärmbeschwerden durch Windenergieanlagen kommt, obwohl alle Richtlinien und Richtwerte eingehalten wurden und andere Lärmquellen nicht vorhanden sind. Möglicherweise spielen Geräuscheigenschaften eine Rolle, die mit den bisher verwendeten Messgrößen nicht erfasst werden²¹. Allerdings muss hier beachtet werden, dass es sich um eine Fallstudie mit einem sehr geringen Untersuchungsumfang (sechs Personen in drei Häusern) handelt und die örtlichen Bedingungen nicht ohne weiteres auf Deutschland übertragen werden können. Die Autoren selbst sehen keinen Anlass für die Überarbeitung der Gesetzes- und Genehmigungslage. Die Ergebnisse werden von ihnen ausdrücklich kritisch betrachtet und als vorläufig bezeichnet²². Die Studie gibt jedoch Hinweise auf Themen für weitere, vertiefende Untersuchungen insbesondere auch zur Bewertung von Infraschall mit einem neuen Messstandard db(WTS).

Windenergieanlagen im Vergleich zu anderen Infraschallquellen und anderen Formen der Strom- und Wärmeerzeugung

Die Erhebungen im Rahmen der UBA-Machbarkeitsstudie haben u.a. ergeben, dass am häufigsten Anlagen der Strom- und Wärmeerzeugung und des Energietransportes mit 33 % der Fälle zu Beschwerden

²⁰ Salt, A.N., Kaltenbach, J.A. (2011): Infrasound from Wind Turbines Could Affect Humans

²¹ Acoustic Group (26. Nov. 2014). The Result of an Acoustic Testing Program Cape Bridgewater Wind Farm. Melbourne

²² Die von den Autoren selbst vorgenommenen Einschränkungen fehlen z. T. in einer in Deutschland im Internet verbreiteten Zusammenfassung.

über Infraschall und tieffrequente Geräusche führten. Die häufigste genannte Quelle sind Wärmepumpen mit 9,3 %. Auch Biogasanlagen (8,4%) und Blockheizkraftwerke (6,5%) liegen deutlich vor Windenergieanlagen, die in 3,3 % der registrierten Fälle zu Beschwerden geführt haben²³.

Die Messungen in Baden-Württemberg zeigen, dass auch vom Straßenverkehr Infraschall und tieffrequente Geräusche ausgehen, die mit den Messwerten bei Windenergieanlagen vergleichbar sind oder sogar darüber liegen. Die höchsten Pegel von Infraschall wurden im Innenraum eines mit 130 km/h fahrenden Mittelklasse-Pkw gemessen und liegen um mehrere Größenordnungen über den ansonsten im Straßenverkehr oder an Windenergieanlagen gemessenen Werten²⁴.

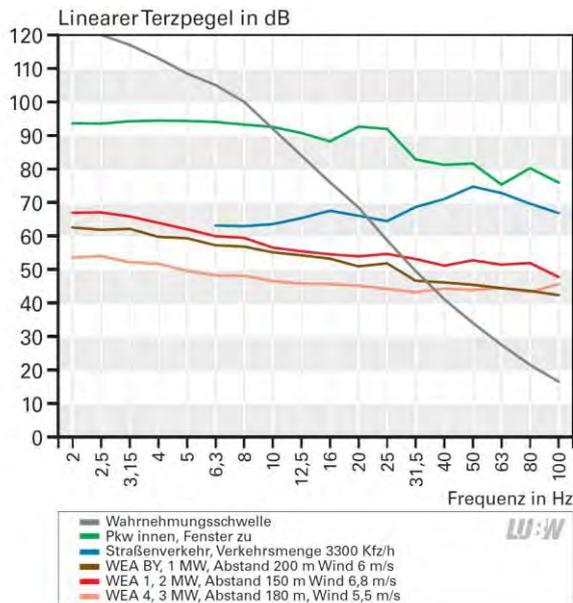


Abbildung 4: Vergleich unterschiedlicher Quellen und Situationen hinsichtlich Infraschall und tieffrequenten Geräuschen. (Quelle LUBW Zwischenbericht Messprojekt 2013-2014, Seite 11)

Ein Vergleich der Windenergie mit anderen Formen der Strom- und Wärmeerzeugung aus umweltmedizinischer Sicht zeigt, dass beispielsweise die nachgewiesenen gesundheitlichen Belastungen von Feinstaub durch Kohlekraftwerke oder das Risiko radioaktiver Belastungen durch Kernkraftwerke deutlich größer sind, als die möglichen Risiken, die von Infraschall der Windenergieanlagen ausgehen.

Forschungsbedarf zur gesundheitlichen Relevanz von Infraschall

Bei den Themen Infraschall und tieffrequente Geräusche sehen die Expertinnen und Experten nach wie vor grundlegenden Forschungsbedarf, insbesondere mit Blick auf den vorbeugenden Gesundheitsschutz. Sie fordern, Infraschall, tieffrequenten Schall und hörbaren Schall aus umweltmedizinischer und umweltsychologischer Perspektive gemeinsam zu betrachten und dabei auch das Zusammenwirken von Erschütterungen und Luftschall sowie besondere zeitliche Verläufe von Expositionen in die

²³ Krahé, D., Schreckenber, D., Ebner, F., Eulitz, C., Möhler, U. (2014), Umweltbundesamt (Hrsg.): Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall

²⁴ Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (2014): Tieffrequente Geräusche und Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen

Untersuchungen einfließen zu lassen. Das Umweltbundesamt und das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) haben dazu Forschungsprojekte ausgeschrieben.

In der UBA-Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall wird ein Forschungsdesign vorgeschlagen, bei dem in einer Feldstudie zwei von ihrer Wirkzeit verschiedene künstliche Quellentypen (Schall/ Erschütterungen, Infraschall/ tieffrequente Geräusche/ Hörschall) erforscht werden sollen, zum Beispiel ein Sägewerk (temporäre Exposition) und ein Blockheizkraftwerk oder eine Windenergieanlage (für eine Dauerexposition)²⁵.

Nach Ansicht von Herrn Prof. Krahe sollten die Forschungen auch genutzt werden, um technische Maßnahmen zu entwickeln, mit denen die Emissionen tiefer Frequenzen von Windenergieanlagen gemindert werden können. Bis hier Ergebnisse vorliegen sowie mehr Erkenntnisse zu Wirkungen von Geräuschen von Windenergieanlagen bekannt sind, empfiehlt Herr Prof. Krahe, diese nur in einem größtmöglichen Abstand zur Wohnbebauung zu errichten.

Nach Ansicht von Frau Prof. Herr führt der Betrieb von Windenergieanlagen in den relevanten Abständen zu den Immissionsorten zu keiner wesentlichen Erhöhung der Infraschallexposition, wie dies auch das aktuelle Messprogramm der LUBW gezeigt hat²⁶. Auf Basis dieser Erkenntnisse erscheinen Windenergieanlagen daher nicht geeignet, um gesundheitliche Wirkungen spezifisch von Infraschall zu untersuchen.

Trotz des grundsätzlich benannten Forschungsbedarfes hinsichtlich der Wirkungen des Infraschalls liefern die aktuellen Erkenntnisse und vorliegenden Daten aus Sicht der Expertinnen und Experten keine hinreichend belastbaren Befunde zum Thema Infraschall bei Windenergieanlagen, die klar für eine Gesundheitsgefährdung sprechen.

5 Rechtliche Rahmenbedingungen und Vorsorge

Die Bewertung und Beurteilung von tieffrequenten Geräuschen erfolgt derzeit in Deutschland nach der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) in der Fassung von 1998 zusammen mit der DIN 45680 „Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft“ von 1997. Ein Entwurf zur Überarbeitung der DIN 45680 liegt vor²⁷.

Rechtlicher Ausgangspunkt für den Schutz vor Schallimmissionen ist das im Grundgesetz verankerte „Recht auf körperliche Unversehrtheit“. Dieses Grundrecht wird im Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) als Schutzgrundsatz und Vorsorgegrundsatz konkretisiert. Auf Basis dieses Gesetzes und der zugehörigen Verordnungen und Verwaltungsvorschriften werden die Genehmigungsverfahren für Windenergieanlagen und andere industrielle Bauvorhaben durchgeführt. Die TA Lärm ist dabei die Verwaltungsvorschrift, die den genauen Umgang mit Schallemissionen von gewerblichen Anlagen regelt, wozu auch Windenergieanlagen zählen. Für tieffrequente Geräusche gibt es in der TA Lärm die Nr. 7.3, wonach die Frage, ob schädliche Umwelteinwirkungen durch tieffrequenten Schall vorliegen, im Wege einer Einzelfallbetrachtung unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse zu beantworten

²⁵ Krahe, D., Schreckenber, D., Ebner, F., Eulitz, C., Möhler, U. (2014), Umweltbundesamt (Hrsg.): Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall

²⁶ Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.)(2014): Tieffrequente Geräusche und Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen

²⁷ Krahe, D., Borgmann, R. (2012)

ist. Nr. 1.5 des Anhangs der TA Lärm verweist ergänzend auf die DIN 45680. Die im Beiblatt 1 dieser DIN genannten Anhaltswerte sind derzeit die entscheidenden Werte, wenn es um die Regelung von schädlichen Umweltwirkungen durch tieffrequente Geräusche geht. An diesen Werten orientieren sich die Genehmigungsbehörden und auch die Gerichte.

Eine weitergehende Regelung für den Bereich des Infraschalls besteht derzeit nicht. Der Gesetzgeber betrachtet die im Bundes-Immissionsschutzgesetz und der TA Lärm niedergelegten Regelungen bisher als ausreichend im Sinne von Schutz und Vorsorge gegen Schallimmissionen. In der Rechtsprechung ist bislang kein rechtskräftig abgeschlossener Fall bekannt, in dem das Argument Infraschall zu einer Ablehnung einer Genehmigung geführt hat – weder in Bezug auf Windenergieanlagen noch in Bezug auf andere Bauvorhaben.

Dass die Rechtsprechung sich ausschließlich auf Außenwerte stützt, liegt nach Ansicht von Prof. Krahe daran, dass eine Prognose bezüglich Immissionen von Infraschall insbesondere in Gebäuden kaum möglich ist. Diese Ansicht von Herrn Prof. Krahe kann Herr Dr. Stapelfeldt aufgrund der vorliegenden Rechtsprechung nicht bestätigen. Es gibt aus seiner Sicht keinerlei Anhaltspunkte dafür, dass fehlende Prognosemöglichkeiten ein Grund für die ablehnende Haltung der Gerichte sein könnten. Vielmehr geht die Rechtsprechung davon aus, dass es keine belastbaren Erkenntnisse für schädliche Umwelteinwirkungen durch Infraschall von Windenergieanlagen gibt, wenn die Immissionsrichtwerte (Nr. 6.1 TA Lärm) eingehalten werden.

Auch die Genehmigungsbehörde selber hat rechtlich gesehen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz keine Ermessungsspielräume: Sie hat eine an das geltende Recht gebundene Entscheidung zu treffen und kann keine eigenen Vorgaben oder Forderungen zum Beispiel im Bereich Infraschall erheben. Der Antragsteller (Anlagenbetreiber) hat einen Anspruch auf eine Genehmigung, wenn er alle gesetzlichen Voraussetzungen erfüllt. Sowohl Genehmigungsbehörden als auch Gerichte sind deshalb derzeit nicht die richtigen Adressaten, um das Thema Infraschall zu diskutieren.

Der Gesetzgeber könnte allerdings – über das bisherige Maß - vorsorgend tätig werden und beispielsweise andere Abstandsregelungen erlassen oder spezielle Infraschallprüfungen fordern, ist dazu aber nicht verpflichtet. Momentan geht der Gesetzgeber allerdings davon aus, dass die bisher geltenden Normen nach gesicherten Erkenntnissen ausreichend sind, um dem Vorsorgeprinzip und dem Recht auf körperliche Unversehrtheit Rechnung zu tragen. In Hessen wird mit der 1.000 m Mindestabstandsregelung von Windenergieanlagen zum Siedlungsrand bei dem derzeitigen Erkenntnisstand aus Sicht der Expertinnen und Experten das Vorsorgeprinzip bereits ausreichend angewandt.

Im Immissionsschutzrecht bestehen sogenannte dynamische Betreiberpflichten, die dazu führen, dass der Betreiber auch nachträgliche Anordnungen befolgen muss. Davon ist in der Vergangenheit bereits in anderem Zusammenhang Gebrauch gemacht worden. Sollte also eine auf gesicherten wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhende, neue Einschätzung des Gesetzgebers in Bezug auf Infraschall erfolgen, müssten sich auch alle bestehenden Anlagen – mit entsprechenden Übergangsfristen – an mögliche neue Grenz- oder Vorsorgewerte halten, soweit dies verhältnismäßig ist²⁸.

Eine umfassende Begleitung der technischen Entwicklungen durch die Wissenschaft ist daher wichtig, um Erkenntnisse zu gewinnen und abzusichern, die dann als Grundlage für eine Diskussion über gesetzliche Regulierungen herangezogen werden können.

²⁸ gemäß Nr. 5.1 TA Lärm

6 Zusammenfassung

Was ist Infraschall? Infraschall ist Schall unterhalb des normalen Hörbereichs des Menschen mit einer Frequenz unter 20 Hz. Es handelt sich somit um sehr tiefe Töne. Aufgrund seiner hohen Wellenlänge wird Infraschall von Schutzwällen oder Gebäuden kaum gedämpft. Eine Abnahme des Schalldruckpegels erfolgt daher vor allem durch die Entfernung.

Wo kommt Infraschall vor? In der Natur wird Infraschall durch schwere, bewegte Massen wie Luft und Wasser, Turbulenzen oder Resonanzphänomene erzeugt. Natürliche Quellen sind demnach Wind, Gewitter, die Meeresbrandung und Erdbeben. Der Mensch hat zusätzlich zahlreiche künstliche Infraschallquellen in seiner Umwelt geschaffen wie z. B. Klima- und Lüftungsanlagen, Umspannwerke, Kraftfahrzeuge, Pumpen, Lautsprechersysteme, Biogas- und Windenergieanlagen. Windenergieanlagen stellen somit eine von vielen Quellen in unserer Umgebung dar.

Wie nimmt der Mensch Infraschall wahr? Das sensitivste Wahrnehmungsorgan für Infraschall ist das Ohr (aurale Wirkungen). Bei deutlich höheren Schallpegeln kann Infraschall aber auch durch andere Körperteile wie z. B. in Lunge, Nase oder Stirnhöhlen als Vibration und Pulsation wahrgenommen werden (extraaurale Wirkungen). Je tiefer die Töne, desto lauter müssen sie sein, um die Hör- oder Wahrnehmungsschwellen zu überschreiten.

Welche Auswirkungen hat Infraschall auf die Gesundheit? Infraschall kann bei sehr hohen Schallpegeln schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben. Zunehmende Müdigkeit und Abnahme der Atemfrequenz gelten beispielsweise als gesicherte Infraschallwirkung. Sie treten nach aktuellen Erkenntnissen beim Menschen erst auf, wenn die Hörschwelle bei den jeweiligen Frequenzen überschritten wird.

Wieviel Infraschall geht durch Windenergieanlagen aus? Windenergieanlagen erzeugen bereits deutlich vor dem Erreichen der gesetzlichen Mindestabstände nur Infraschallpegel, die weit unterhalb der Hör- und oder Wahrnehmungsschwellen liegen. Nach aktuellen Messungen unterschreitet Infraschall durch Windenergieanlagen bereits bei Abständen von 150 bis 300 m deutlich die Hör- und Wahrnehmungsschwellen und ist somit durch den Menschen nicht wahrnehmbar. Verschiedene Messungen in Abständen von 600 m, 700 m und 1.200 m haben gezeigt, dass der Infraschall der Anlage kaum noch vom Hintergrundrauschen (z. B. Infraschall durch Wind) zu unterscheiden ist.

Macht Infraschall durch Windenergieanlagen krank? Da die festgestellten Infraschallpegel bereits bei niedrigen Entfernungen weit unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen liegen, haben sie keine negativen Wirkungen auf die menschliche Gesundheit. Es gibt bisher keine Studien die zeigen, dass Infraschall auch unterhalb der Hörschwelle gesundheitliche Wirkungen haben kann.

Wie verhält sich die Windenergie gegenüber anderen Formen der Strom- und Wärmeerzeugung? Ein Vergleich der Windenergie mit anderen Formen der Strom- und Wärmeerzeugung aus umweltmedizinischer Sicht zeigt, dass beispielsweise die nachgewiesenen gesundheitlichen Belastungen von Feinstaub durch Kohlekraftwerke oder das Risiko radioaktiver Belastungen durch Kernkraftwerke deutlich größer sind, als die möglichen Risiken, die von Infraschall der Windenergieanlagen ausgehen.

Besteht noch Forschungsbedarf? Gerade im Sinne des vorbeugenden Gesundheitsschutzes sollte noch mehr bei den Themen Infraschall und tieffrequente Geräusche geforscht werden. Hierbei sollten die künstlichen Quellen von Infraschall sowie das Zusammenwirken von tieffrequenten und hörbaren Geräuschen berücksichtigt werden.

Reichen die vorhandenen wissenschaftlichen Erkenntnisse aus? Trotz des benannten Forschungsbedarfes sind sich die Expertinnen und Experten einig, dass die aktuellen Erkenntnisse und vorliegenden Daten keine hinreichend belastbaren Befunde zum Thema Infraschall bei Windenergieanlagen liefern, die klar für eine Gesundheitsgefährdung sprechen.

Reicht die aktuelle Rechtslage zur Risikovorsorge aus? Bei der Festlegung der entsprechenden Grenzwerte hat der Gesetzgeber auch Fragen zur Gesundheitsvorsorge berücksichtigt und bisher bezüglich Infraschall keine Anhaltspunkte gesehen, die geltenden Grenzwerte und Regelungen zu verändern.

ENTWURF

7 Publikationen und Quellen

Acoustic Group (26. Nov. 2014). The Result of an Acoustic Testing Program Cape Bridgewater Wind Farm. Melbourne

DNR (2011): Durch WEA verursachte Infraschall-Emissionen

Eulitz, C., Möhler, U., Schröder, M. (in Erarbeitung). Laufendes Vorhaben „Ermittlung und Bewertung tieffrequenter Geräusche in der Umgebung von Wohnbebauung“.

Fronz, W., Piorr, D., Kindel, R. (2002). Materialien Nr. 63 Windenergieanlagen und Immissionsschutz, Hrsg. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen.

Hübner, G. & Löffler, E. (2013). Wirkungen von Windkraftanlagen auf Anwohner in der Schweiz: Einflussfaktoren und Empfehlungen. Halle (Saale): Institut für Psychologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

Hübner, G. & Pohl, J. (2010). Akzeptanz und Umweltverträglichkeit der Hinderniskennzeichnung von Windenergieanlagen. Abschlussbericht zum BMU-Forschungsvorhaben (FKZ: 03MAP134). Halle (Saale): Institut für Psychologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

Ising, H., Markert, B. & Shenoda, F. (1982). Infraschallwirkung auf den Menschen. Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes Berlin. Düsseldorf: VDI-Verlag GmbH.

KÖTTER CONSULTING ENGINEERS KG (2010) Schalltechnischer Bericht Nr. 27257-1.002 über die Ermittlung und Beurteilung der anlagenbezogenen Geräuschimmissionen der Windenergieanlagen im Windpark Hohen Pritz.

Krahé, D. & Borgmann, R. (2012). Entwurf zur Überarbeitung der DIN 45680. DAGA 2012.

Krahé, D., Schreckenber, D., Ebner, F., Eulitz, C., Möhler, U. (2014), Umweltbundesamt (Hrsg.). Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall. Entwicklung von Untersuchungsdesigns für die Ermittlung der Auswirkungen von Infraschall auf den Menschen durch unterschiedliche Quellen.

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (2014). Tieffrequente Geräusche und Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen. Zwischenbericht über Ergebnisse des Messprojekts 2013-2014.

Leitschuh, S., Bleckmann, F., Eberle, G. & Fichtner, J. (2014). Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.): Windenergieanlagen – beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?

Pohl, J., Gabriel, J. & Hübner, G. (2014). Untersuchung der Beeinträchtigung von Anwohnern durch Geräuschimmissionen von Windenergieanlagen und Ableitung übertragbarer Interventionsstrategien zur Verminderung dieser. Halle (Saale): Institut für Psychologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. [als PDF erhältlich unter <https://www.dbu.de/OPAC/fp/DBU-Abschlussbericht-AZ-28754.pdf>]

Pohl, J., Hübner, G. & Mohs, A. (2012). Acceptance and stress effects of aircraft obstruction markings of wind turbines. *Energy Policy*, 50, 592–600.

Malsch, A. K. F. & Hornberg, C. (2007). Infraschall und tieffrequenter Schall – ein Thema für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz in Deutschland? Hrsg. Robert-Koch-Institut.

Salt, A.N. & Kaltenbach, J.A. (2011). Infrasound from Wind Turbines Could Affect Humans. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 31, 296–302.



Kommentar der Ärzte für Immissionsschutz und des Ärzteforum Emissionsschutz Bad Orb

zum

Entwurf des „Faktenpapier Windenergie und Infraschall“ herausgegeben durch die Hessen Agentur GmbH im Auftrag des hessischen Wirtschaftsministeriums

Bad Orb, den 17. April 2015

Vorbemerkung: Originalzitate, auf die sich unsere Kommentierung bezieht, sind *kursiv gedruckt und geben die Ansicht der Hessen Agentur GmbH* wieder. Die Kommentierung bezieht sich aufgrund der breiten wissenschaftlichen Basis auf die Machbarkeitsstudie Infraschall des Umweltbundesamtes 2014¹ unter der Leitung von Prof. Detlef Krahe und auf neuere, dort nicht aufgenommene internationale Studien.

Seite 3

1 Vorwort

Einleitungsabsatz:

Die Ausführung des Dienstleisters Hessenagentur ist hier eine unnötige und ablenkende Eigenwerbung. Sie weckt den Eindruck, dieser Dienstleister könne alle Fakten um die Windenergie beeinflussen. Man kann aber physikalische Phänomene als Folge der Windenergienutzung in ihrer Existenz und Erscheinung weder wegberaten noch herbeireden.

Zitat „Themen von landesweiter Bedeutung wie z.B. Infraschall werden in zentralen Faktenklärungsprozessen diskutiert und aufbereitet. Das Ergebnis eines solchen Prozesses ist das vorliegende Faktenpapier zum Thema Windenergie und Infraschall.“

Das Thema Windenergie und Infraschall ist ausschließlich einer wissenschaftlich korrekten – d.h. unbedingt auch von Politik und Einzelinteressen **unabhängigen** Wissensaufbereitung, -wertung und -weiterentwicklung vorbehalten. Hierfür finden regelmäßig weltweit **Fachkongresse** statt (z.B. Internoise, International Congress on Acoustics); wissenschaftliche **Reviews** fassen die Ergebnisse einer Vielzahl einzelner internationaler Studien zusammen, so auch die Machbarkeitsstudie Infraschall des Umweltbundesamtes 2014² auf der Basis von knapp 1300 wissenschaftlichen Veröffentlichungen. Eine öffentliche Diskussion von „Experten“, die nur zum Teil direkt mit der Erforschung von Infraschallauswirkungen auf den Menschen befasst sind und den Nachweis vollständiger Unabhängigkeit beim Thema Windkraft und Infraschall schuldig bleiben, kann nur eine politisch motivierte einseitige „Faktenklärung“ zum Ergebnis haben ohne ernsthaften wissenschaftlichen Anspruch. Unabhängige Akustiker und Mediziner werden in Zukunft auch in Deutschland Wissensgewinn, -aufbereitung und -verbreitung zum Thema Immissionsschutz energisch vorantreiben.

2 Einleitung

2.1 Ausgangssituation

Zitat: „Während der Erstellung der Teilregionalpläne Energie durch die drei Regierungspräsidien in Hessen (regionale Planungsebene) und bei der konkreten Planung von Windenergieanlagen in den Kommunen (lokale Planungsebene) wurde deutlich, dass Bürgerinnen und Bürger und politische Entscheidungsträger nach genauen Auskünften zu möglichen schädlichen Auswirkungen von Windenergieanlagen durch Infraschall auf die menschliche Gesundheit verlangen.“

Die Studie des Umweltbundesamtes aus 2014 zu diesem Themenkreis stellt fest, dass seit Ende der 90er Jahre die Beschwerden von Anwohnern über gesundheitliche Probleme in Zusammenhang mit WKA deutlich zunehmen. Da sich die Erforschung der gesundheitlichen Wirkungen der durch Windkraftanlagen emittierten Schallspektren in Deutschland noch in der Phase der **Machbarkeitsstudien** („in der Phase der Überprüfung der Umsetzung von Projekten, **insbesondere wenn Risiken nicht eingeschätzt werden können**“³) befindet, da gleichermaßen akustische und medizinische Untersuchungen zu Infraschall noch einer dringenden Verfahrensabklärung bedürfen, **können auch politische Entscheidungsträger zu den bestehenden Risiken keinerlei gültige Auskünfte geben**. Entsprechende Auskünfte müssen sich zwangsläufig im Rahmen der derzeitigen Verordnungs- und Rechtslage zum Emissionsschutz bewegen. Dieser gesetzliche Rahmen wurde allerdings auf Grund veralteter wissenschaftlicher Erkenntnisse zum Thema Infraschall im Kontext politischer und wirtschaftlicher Erfordernisse abgesteckt, lange vor der derzeit ausgeführten „Energiewende“ und der Privilegierung der Windkraft.

Die aus Erkenntnissen der UBA-Machbarkeitsstudie zum Thema Infraschall und Windenergie abgeleitete Erkenntnis lautet heute: **Solange differenzierte Schutzmaßstäbe nicht verfügbar sind, können nur ausreichende Sicherheitsabstände in Kombination mit geeigneten Abschaltalgorithmen für besondere meteorologische und geomorphologische Bedingungen für den notwendigen Gesundheitsschutz der Bevölkerung sorgen; oder ein Ausbaustop für Windenergie nach dem Vorbild Dänemarks bis zur wirklichen Faktenklärung.**

2.2 Faktencheck Infraschall

Zitat: „Das vorliegende Faktenpapier zum Thema Windenergie und Infraschall ist das Ergebnis eines landesweiten Faktenchecks. Hierzu wurden führende deutsche Expertinnen und Experten zum Thema "Infraschall durch Windenergieanlagen" eingebunden“

Wie bereits in der Diskussion am 16.12. in Wiesbaden dargelegt und von nahezu allen kompetenten Fachstellen (z.B. Robert Koch Institut) gefordert, lassen sich Infraschall und tieffrequenter Schall (ILFN) in ihrer gesundheitsgefährdenden Wirkung nicht trennen. Da das Schallspektrum von Windenergieanlagen (WEA) beide Anteile emittieren ist somit eine getrennte Betrachtung nicht zielführend.

Die Beschränkung bei der Expertensuche auf „deutsche Experten“ führte zwangsläufig zu einer Abbildung des deutschen Standes der Wissenschaft zum Thema ILFN im sog. „Faktenpapier“. Hier wird auch die in Deutschland seit Jahren vernachlässigte Förderung der universitären Forschung auf diesem Gebiet deutlich. Die Infraschallstudie des UBA konstatiert, dass der Forschungsschwerpunkt zum Thema ILFN in Großbritannien, Dänemark, den USA, Japan, den Niederlanden und Schweden angesiedelt ist, nicht aber in Deutschland. Auch aus diesem Grund kann das vorliegende Papier lediglich als politische Meinungsäußerung gewertet werden.

3 Fachliche Grundlagen zu Infraschall

3.1 Definition von Infraschall

Im Absatz „Definition von Infraschall“ wird dem Leser eine semantische Verquickung von Phänomenen beschrieben. Bereits hier wird nur auf bewusste Wahrnehmung abgehoben; eine sich der Körpersensorik nicht erschließende Einwirkung wird weggelassen. Es wird auch sprachlich nicht scharf genug zwischen Infra- und tieffrequentem Schall getrennt.

3.2 Infraschallquellen

Zitat: „Infraschall kommt vielfältig in unserer Umgebung vor. In der Natur ...“ und „Windenergieanlagen stellen somit eine von vielen Infraschallquellen in unserer Umgebung dar.“

Das ist eine unzulässige Gleichsetzung von **natürlichem** und **anthropogenem Infraschall**. Infraschall aus technischen Quellen weist entstehungsbedingt mehrere Charakteristika auf, die sowohl für sich, als auch in Kombination nachweislich beim Menschen zu schwerwiegenden, gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen können.

Mit der Privilegierung von Windenergieanlagen gem. §35 BauGB und der massiven politischen Subventionierung wird sich unter der Voraussetzung des Festhaltens der Politik an den für das Jahr 2050 angepeilten Zielen die Zahl der Windenergieanlagen in Deutschland von derzeit über 25000 mehr als verdoppeln. Dies führt zu einer flächendeckenden Verbreitung der Windkraft, so dass es zu einer

zunehmenden Übergewichtung der WEA bei den Infraschallerzeugern kommen muss. Dies kommt auch dadurch zum Ausdruck, dass die **umfangreiche Machbarkeitsstudie Infraschall des UBA ausschließlich Infraschall-Untersuchungen im Zusammenhang mit WEAs zitiert** (zB. Berg (2000, 2012), Møller / Pedersen (2004)). Zudem wird für „die systematische Erforschung der Lärmwirkungen“ die Wahl von technischen **„Anlagen mit einer hohen Anzahl von Betroffenen, ...wie zum Beispiel Blockheizkraftwerke, Windenergieanlagen und Pressen/ Stanzen von Produktionsbetrieben“** durch die UBA-Studie vorgeschlagen.

Mithin versucht der abschließende Satz, sowohl das Maß der von WKA erzeugten Emissionen herunterzuspielen, die Existenz kumulativer Effekte zu ignorieren, als auch die zukünftig drohende Übergewichtung der WEA im Konzert der technischen Infraschallerzeuger zu verschweigen. Beides ist unseriös und weist darauf hin, dass die wirkliche Zielgruppe des Faktenpapiers kaum erfahrene Akustiker oder sonstige Fachleute sein dürften.

3.3 Ausbreitung und Messung

Zitat: „Der Schalldruckpegel, damit auch die wahrnehmbare Lautstärke, nimmt daher hauptsächlich über die Entfernung und relativ unabhängig von der Umgebung ab.“

Faktisch korrekt, erzeugt jedoch die rein physikalische Beschreibung beim Leser das Gefühl der Unbedenklichkeit und Beherrschbarkeit, welche medizinisch nicht bestätigt werden kann und so formuliert irreführend ist. Der medizinische Kontext leitete sich nicht 1:1 aus den physikalischen Ausbreitungsverhältnissen von Schall ab und spiegelt eines der entscheidenden Missverständnisse in der Diskussion von Infraschall und Gesundheit.

Zitat: „Bei einer Verdopplung der Entfernung verteilt sich die Schallenergie bei einer kugelförmigen Ausbreitung auf die vierfache Fläche und der Pegel verringert sich um ca. 6 Dezibel. Durch Resonanzen und Interferenzen kann tieffrequenter Schall in Gebäuden verstärkt werden“

Die Infraschallstudie des UBA stellt fest, dass Schallprognosen durch ungeeignete Ausbreitungsannahmen verfälscht werden: Niederfrequente Schallwellen breiten sich eher nach dem **zylinderförmigen Ausbreitungsmodus mit einer viel geringeren Luftdämpfung von 3dB** (anstatt 6dB!) pro Abstandsverdoppelung (Turnbull, 2012⁴, Hohenwarter, 2014⁵, Ambrose/Rand⁶). Starke **windgerichtete Turbulenzen (Wirbelschleppen)** entstehen zusätzlich beim Durchschneiden der verschiedenen Luftschichten. „Bei solchen Turbulenzen können sich Wirbel ablösen, die auch über größere Entfernungen sehr formstabil zu einer stark gerichteten Abstrahlung führen können.“



Aktuelle Literatur zu Abstrahlungscharakteristik (WKA u.a. als „lineare“ Quelle zu betrachten) und zu Messwerten unter Realbedingungen (z.B. Schomer, Ambrose/Rand, Moller, Hansen) sowie Erkenntnisse aus der Strömungstechnik legen ebenfalls den Schluss nahe, dass das Kugelwellenmodell unhaltbar ist und statt dessen eine Luftdämpfung von 3dB das weitaus realistischere Maß darstellt.

Wellenmechanische Effekte treten auch außerhalb von Gebäuden auf und können bei allen anthropogenen Quellen natürlich auch im Freien zur Bildung von **Hotspots**, bzw. **Stillezonen** für einzelne Frequenzbereiche führen, die mit den aktuell angewandten Prognoseverfahren bei WKA-Planungen nicht erkannt werden können. **Windrichtung, Luftschichtung, Schallbeugung** durch Luftströmungsdifferenzen sind häufige Umweltbedingungen, die **Schallprognosen zum Schutz der Anwohner wertlos** werden lassen.

Seite 8

Zitat: „Für die Beurteilung der Wirkungen von Infraschall auf den Menschen eignet sich die in der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) übliche A-Bewertung des Schallpegels nicht. Nach Ziffer 7.3 der TA Lärm hat deshalb eine besondere Berücksichtigung tieffrequenter Geräusche zu erfolgen.“

Dies ist allerdings nur durch Verwendung unbewerteter Schalldruckpegel möglich. Jede im ILFN-Bereich eingesetzte durch einen Minderungsfaktor (A, B, C) reduzierte Schalldruckbewertung folgt der veralteten Vorstellung, dass Schall nur im hörbaren Frequenz- und Pegelbereich medizinische Wirkung entfaltet. Das heute allgemein anerkannte Wissen über Schallaufnahme durch andere Organe wie durch das Gleichgewichtsorgan und die äußeren Haarzellen des Innenohrs (OHC) verlangt im Bereich von ILFN eine **unbewertete Schalldruckbetrachtung (Z)**. Das in der veralteten DIN 45680 angewandte Verfahren der Differenzbildung zwischen A- und C-Bewertung erfasst diese Wirkmechanismen bei Weitem nicht ausreichend.

Zitat: „Grundsätzlich liegt das Problem bei der Messung des sehr tieffrequenten Schallbereichs darin, den von der Quelle ausgehenden Infraschall vom Hintergrundgeräusch und sonstigen Schalldruckschwankungen zu trennen, da z. B. im Außenbereich auch der Wind als natürliche Quelle oder innerhalb von Gebäuden das Öffnen eines Fensters Infraschall erzeugt.“

Das Erwähnen von **einmaligen** und **kurzfristigen** luftdruckmodulierenden Ereignissen (wie das „*Öffnen eines Fensters*“) in einer Faktenbetrachtung zum Infraschall entlarvt die **verschleierte und vorbefasste Absicht** des vorliegenden Papiers, die mangelnde wissenschaftliche Seriosität der Argumentation und das grundlegende Unverständnis der eigentlichen in der Zukunft drastisch zunehmenden Problematik des ILFN durch technische Quellen. Grundlegende Charakteristika des ILFN-Problems werden dabei nicht thematisiert, also verschwiegen:

- **Dauer der ILFN-Einwirkung durch WEAs** im Gegensatz zu kurzfristigen Einwirkungen beim Autofahren, Fenster öffnen und Hand wedeln
- **Periodizität und Amplitudenmodulation durch WEAs** im Gegensatz zu gleichmäßigem Hintergrundrauschen
- **Schmalbandige, tonale Schallereignisse von WEAs** im Gegensatz zum stochastischem Rauschen des Windes und des Meeres.

3.4 Wahrnehmung und Wirkung von Infraschall beim Menschen

Zitat: „Der Mensch nimmt Schall in erster Linie über sein Sinnesorgan Ohr wahr. Auch im Infraschallbereich ist das Ohr das sensitivste Organ für die Wahrnehmung der Schallwellen. Darüber hinaus kann Infraschall bei

Schallpegeln, die deutlich oberhalb der Hörschwelle liegen, auch mit anderen Organen wahrgenommen werden wie z. B. in Lunge, Nase oder Stirnhöhlen als Vibrationen und Pulsationen.“ ... „In der aktuellen Diskussion um die Wirkung von Schall auf den menschlichen Organismus wird zunehmend die Wahrnehmungsschwelle als relevantes Kriterium herangezogen“ ... Seite 9: „Bei sehr hohen Schallpegeln von über 140 Dezibel kann Infraschall zu Gehörschäden und ab 185 Dezibel sogar zu Schäden am Trommelfell führen“

Wir waren uns in der Diskussion am 16.12.2014 in Wiesbaden einig, dass eine Wirkschwelle für Infraschall noch nicht definiert ist mangels Forschung, aber nicht ignoriert werden darf, dass in der Umweltmedizin viele Noxen unbemerkt über einen langen Zeitraum den Körper modifizieren oder schädigen. Die im gesamten Faktenpapier vorherrschende Meinung, Wahrnehmung als notwendiges und entscheidendes Kriterium für Schadenswirkung zu postulieren kann gerade für die wissenschaftliche Untersuchung langfristiger Expositionen keinesfalls akzeptiert werden! Das Faktenpapier wird insgesamt so formuliert als gäbe es Wirkungen extraauraler und chronischer Schallaufnahme nicht. Hier wird deutlich, wie nötig differenzierende Forschung an einer großen Probandenzahl ist.

Gesundheitliche Effekte durch ILFN im Zusammenhang mit der Windenergienutzung treten nach dem in der Medizin für chronische Erkrankungen bekannten **Dosis-Wirkungsprinzip** ausschließlich durch **langdauernde** aber **wahrnehmungsschwelennahe** ILFN-Einwirkungen auf, besonders dann, wenn sich tonale Spitzen, schmalbandige Störungen, Amplitudenmodulationen und Impulscharakteristik der ILFN-Schalleinwirkung im Gegensatz zum Begleitraschen über **Wirkschwelle beteiligter sensorischer Elemente** erheben. Z.B. das gut untersuchte Phänomen der Flankensteilheit eines Geräuschs bei fehlender Maskierung zeigt die überproportionale Wirkung schwacher Störungen⁷.

In diesem Zusammenhang ist auch der eher in ablenkender Absicht gegebener Hinweis auf „*sehr hohe*“ ILFN-Schallpegel „*deutlich oberhalb*“ der Hörschwelle für die Aufarbeitung der Thematik Windenergie und Infraschall irrelevant. Derart hohe Schallpegel finden ihren Niederschlag im Arbeitsschutz und militärischen Bereich.

Auch die Feststellung, das Ohr sei „*das sensitivste Organ für die Wahrnehmung der Schallwellen*“ lenkt ab von der Tatsache, dass

- **gesundheitlich relevante Wirkungen unabhängig von einer Schall-Wahrnehmung** auftreten können, was bereits mehrfach neurologisch nachgewiesen wurden^{8 9}
- zerebrale ILFN-Wirkungen auch ohne Höreindruck entstehen durch die **vielfach sensibleren äußeren Haarzellen des Innenohrs (OHC)**, die bereits bei Schallpegeln ab 60 dB(Z)¹⁰, also **35dB unterhalb der Wahrnehmungsschwelle** ansprechen.
- **Zellen des Gleichgewichtsorgans**, das entwicklungsgeschichtlich als Hörorgan für tieffrequenten Schall angesehen werden kann (Fische), sprechen bereits bei Schallpegeln ab 75 dB(Z), also **20dB unterhalb der Wahrnehmungsschwelle** an.

Aus diesem Grund werden in anderen Ländern (z.B. Polen, Kärnten) mindestens **20dB niedrigere Infraschallpegel als in Deutschland** gesetzlich eingefordert (75dB(Z) bei 10Hz anstatt 95dB(Z))!

Die Anregung dieser Sinneszellen verursacht einen **permanenten Nervenstimulus auf das Gehirn**, dessen **Signalverarbeitung dadurch gestört** wird. Eine Überprüfung von unbewerteten Geräuschpegeln von WEA im Frequenzbereich zwischen 1 und 100 Hz zeigt eindeutig, dass über die Schallpegel der meisten WKA eine unhörbare permanente Stimulation des Innenohrs erfolgen muss¹¹. Die Folge von ILFN-Dauerbeschallung ist

die **Sensibilisierung für die schädigenden Frequenzen** einerseits (wie unten beschrieben) sowie Schwindel und Übelkeit als Zeichen der Anregung des Gleichgewichtsorgans andererseits.

Aus diesem Grund wird entgegen der Aussage des „Faktenpapiers“ – so auch durch die UBA-Studie gestützt - die **Wahrnehmungsschwelle tatsächlich zunehmend als Lärmschutzgrenze** für den menschlichen Organismus **in Frage gestellt**.

Zitat: „Während Herr Prof. Krahe die Meinung vertritt, dass bei einer dauerhaften Beschallung eine Sensibilisierung in der Wahrnehmung auftreten kann, gibt es hierfür nach Ansicht von Frau Prof. Herr keine Belege.“

Fehlende Belege sind allenfalls ein Abbild der unzureichenden aber dringend notwendigen Forschung und nicht das hier suggerierte Ergebnis eines wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses. Gerade die Möglichkeit einer **langfristigen Schadensfolge angesichts der Dauerbeschallung durch WEA** sollte die zukünftige Forschungsthematik in Deutschland bestimmen; kurzfristige Laborversuche sind zum Thema Sensibilisierung nicht zielführend für die Verbesserung des langfristig anzulegenden Gesundheitsschutzes der Bevölkerung.

Jedoch ist offensichtlich Frau Prof. Herr entgangen, dass z.B. am Deutschen Schwindelzentrum in München zu diesem Thema bekanntermaßen Grundlagenforschung auf internationalem Spitzenniveau betrieben wird – und die besagt das genaue Gegenteil.

Tatsächlich werden Sensibilisierungseffekte schon seit langem untersucht und nachgewiesen^{12 13}. So sind seit 1992 Mechanismen bekannt, durch die nach wiederholter Einwirkung aversiver Schalle Sensibilisierungseffekte auftreten, die auf der Selektivität und der Einstellung der Empfindlichkeit der neuronalen Elemente beruhen. Damit sind die informationsverarbeitenden Eigenschaften des Gehörs so verändert, dass für die charakterisierenden Frequenzen höhere Empfindlichkeiten vorliegen durch eine überproportional gesteigerte Erregung jeweils nach neuem Einwirken eben dieser prägenden Schallkonfiguration. Diese durch bestimmte Hirnareale (Amygdala) gesteuerte Reaktion auf aversive Reize – einmal sensibilisierend eingepägt – ist nur schwer auslöschar.

Sowohl epidemiologische Daten, Messungen bei betroffenen Personen als auch Erfahrungen im Umgang mit anderen ILFN-Quellen (sick-building-syndrom) lassen den Schluss zu, dass Gewöhnung im ILFN-Bereich nicht möglich ist sondern im Gegenteil Dauerbelastung mit ILFN – vergleichbar mit den Bahnungseffekten einer chronischen Schmerzkrankheit und den Entstehungsmechanismen des Tinnitus – zu Sensibilisierung also **absinkender Wahrnehmungsschwelle genau im Bereich der störenden tonalen Frequenzen** führen muss. Neurologische Plastizität und die Schädigung der äußeren Haarzellen (OHC) sind Beispiele heutiger Erklärungsmöglichkeiten^{14 15}.

Seite 9

Zitat „Negative Auswirkungen von reinem Infraschall auf den Menschen konnten bisher nur wissenschaftlich abgesichert belegt werden, wenn die Hör- und Wahrnehmungsschwelle bei den jeweiligen Frequenzen überschritten wurde. In einigen Untersuchungen, die Wirkungen auch bei Werten unterhalb der Hör- und Wahrnehmungsschwelle beschrieben haben, lagen gleichzeitig Schallanteile im tieffrequenten Bereich oberhalb der Hörschwelle vor, die damit die plausible Ursache für die beobachtete Wirkung darstellen. In

Studien, in denen ausschließlich Infraschall unterhalb der Hörschwelle vorlag, konnten keine Wirkungen auf den Menschen beobachtet werden“

Sowohl zur DAGA 2013 als auch in Veröffentlichungen des BAuA (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin) finden sich Sekundärarbeiten, die eindeutig belegen, dass non-aurale gesundheitliche Beeinträchtigungen durch ILFN-Belastungen beim Menschen seit Ende der 70er bekannt sind. Dabei scheint sich abzubilden, dass **der zur Ausbildung der Effekte erforderliche Pegel mit der Dauer der Belastung geringer wird.**

Mit der Formulierung „reiner Infraschall“ versucht man offenbar davon abzulenken, dass für die in der Realität auftretende „Mischung“ aus unhörbaren und hörbaren Frequenzanteilen z.B. für WEA-Emissionen eine Vielzahl von Belegen existiert, die deren eindeutige Schädigungswirkung auf den Menschen belegen. Diese Belege sollten eigentlich bekannt sein, und erstrecken sich über Arbeiten zu den pathogenen Effekten von niederfrequenten Schallanteilen in Lüftungsanlagen (Deutschland 1980er, Schweden 1990er, USA 1990er) bis hin zu einer Vielzahl an AER (adverse event reports) von Anwohnern von ILFN-Quellen, wie WEA, BHKW, Wärmepumpen etc.^{16 17 18 19 20} Diese Erkenntnisse waren auch der Auslöser für die Schaffung der ersten Fassung der DIN45680 im Jahre 1987. Des Weiteren beschreibt die Formulierung „reiner Infraschall“ das eigentliche Emissionsproblem nur unzureichend: Bei der Analyse dokumentierter Fälle von Erkrankungen im Umfeld technischer ILFN-Quellen bildet sich immer deutlicher ab, dass sowohl die **Dauer der Belastung** als auch die genaue **spektrale Signatur** der Immission für deren Wirkung auf den Organismus ausschlaggebend ist.

Die rhetorische Einschränkung „auf den Menschen“ ist ein Beleg dafür, dass die Zielgruppe des vorliegenden Papiers allenfalls Laien ohne jegliche Fachkenntnisse darstellen können, denen suggeriert werden soll, dass die zu der Thematik vorliegenden und sehr umfangreichen und zudem eindeutigen Ergebnisse aus **Tierversuchen** zu ignorieren sind. Es dürfte jedoch jedem Leser einleuchten, dass bei der Ermittlung von Grenzwerten, die die Gesundheit betreffen, das Tiermodell eine wesentliche Rolle spielt. Die Ermittlung der LD50 für Kaliumcyanid bezogen auf den Menschen wird ja zweckmäßigerweise auch nicht an Studenten der Pharmakologie ermittelt, sondern an Ratten. Das ist nicht nur billiger, sondern auch ethisch und rechtlich die einzig zulässige Methode. Ähnlich verhält es sich beim Infraschall. Zu suggerieren, dass Ergebnisse aus Tierversuchen hinsichtlich ihrer Bedeutung als zweitrangig einzustufen sind, ist unseriös und unwissenschaftlich, wird aber leider auch bei entsprechenden Veröffentlichungen des LUBW zur Windkraft praktiziert.

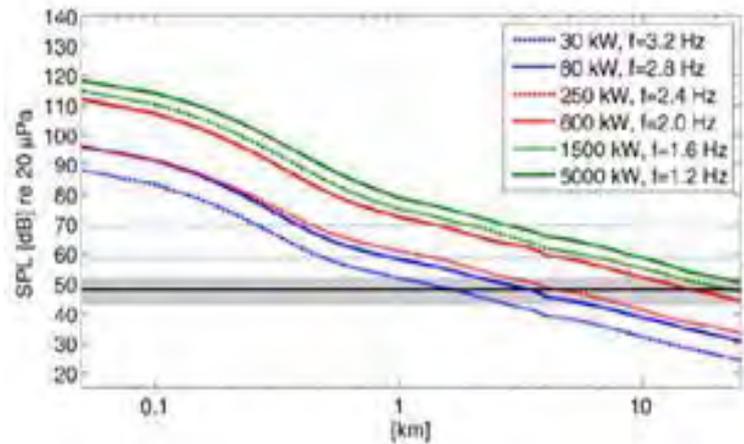
4 Infraschall und Windenergie

4.1 Wieviel Infraschall geht von Windenergieanlagen aus?

Zitat „Aktuelle Messergebnisse aus Baden-Württemberg an Windenergieanlagen mit einer Leistung von 1,8 bis 3,2 MW zeigen, dass der Infraschallpegel auch im Nahbereich bei Abständen zwischen 150 und 300 m deutlich unterhalb der menschlichen Hör- bzw. Wahrnehmungsschwelle liegt“

Die BGR-Studie (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) von 2006 „Der unhörbare Lärm von Windkraftanlagen“²¹ zeigt drei wesentliche Merkmale der Infraschallemissionen von WEA auf:

- Die Infraschallfrequenzen liegen selbst bei kleinen Anlagen mit 3,2 Hz deutlich unter den Vorgaben der DIN 45680 von 8 Hz, große Anlagen erzeugen Infraschall mit Frequenzen um 1 Hz.
- Die Reichweite von Infraschall einer einzelnen WEA beträgt in der Ebene bis zu 25 Km, was bei der großen Wellenlänge (340 m bei 1 Hz) und der dadurch bedingten geringen Dämpfung physikalisch bewiesen ist.
- Die gesundheitlich relevante Schwelle, bei der das menschliche Ohr auf Infraschall reagieren kann, liegt bei ca. 60 dB. Diese Schwelle wird bei einer großen WKA in der Ebene erst in ca. 10 km Abstand unterschritten.



Während viele internationale Studien zeigen, dass Infraschall von WEA gesundheitsrelevante Pegel und Charakteristika aufweisen, versucht der hier instrumentalisierte Zwischenbericht der LUBW-Messungen das Infraschallthematik im Zusammenhang mit der Windenergie zu verharmlosen:

- Die verwendeten **Messmethoden** führen durch technisch bedingte Ausgrenzung wesentlicher Frequenzbereiche (0,1-8HZ), gerätebedingte ungenauer Real-Frequenztrennung und durch das Eigenrauschverhalten der verwendeten Messtechnik zum Ausblenden wirksamer Infraschallanteile
- falsch angelegte **Messstellen**, wie das Fehlen ausführlicher Messungen im Innenbereich der Immissionsorte ignorieren das bekannte Verhalten von ILFN: durch stehende Wellen, Überlagerungen und Reflexionen, sowie auch durch Wechselwirkungen von Körperschall (in der LUBW-Studie völlig außer Acht gelassen) und Luftschall kommt es im Innenbereich häufig zu deutlich höheren Immissionspegeln als im Außenbereich.
- Ungeeignete **Auswertungsmethoden** (Terzband- statt FFT-Analyse) lassen durch mittelwertiges Glätten von Frequenzverläufen die charakteristische Schallsignatur, die geeignet ist, ILFN-Emissionen den richtigen Infraschallquellen zuzuordnen, übersehen.

Auch die öffentliche Beauftragung einer Messfirma, die in enger Verzahnung mit der Windkraftindustrie seit Jahren agiert und die Nichtverfügbarkeit erhobener Messdaten zum Zwecke einer wissenschaftlichen Überprüfung lassen an der Seriosität des Messprojekts zweifeln.

Die Beschränkung der Infraschalluntersuchungen auf Schallpegel-Aspekte trifft nicht den Kern des Infraschallproblems: Zum einen ist der **Pegel** nur einer von mehreren Faktoren, die zur Ausbildung auraler und non-auraler Effekte in Folge einer Belastung mit ILFN führen. **Weit wichtiger und aussagekräftiger sind z.B. der ungewichtete Frequenzverlauf, die Dauer der Belastung, das Vorhandensein tonaler Komponenten und anderer spektraler Besonderheiten sowie temporale Auffälligkeiten.**

Dazu sollte allgemein bekannt sein, dass einzig der Pegel/Spektralverlauf der Belastung innerhalb von Gebäuden ausschlaggebend sein kann. Es ist die Schallsituation im Schlafzimmer, nicht aber die auf der Wiese davor, die über den Grad der gesundheitlichen Belastung entscheidet. Hierzu haben international

führende Akustiker, wie Hansen, Moller und Schomer in den letzten Jahren weithin positiv diskutierte Untersuchungen vorgelegt, die zeigen, dass innerhalb von Gebäuden aus einer „harmlos“ erscheinenden WKA-Emission, durch Filter- und Resonanzeffekte eine gesundheitlich schädigende Schallbelastung werden kann.

Die Annahme, dass Wahrnehmung die Vorbedingung für eine physiologische Wirkung bei Schall darstellt, entstammt dem **veralteten „Lärmwirkungsmodell“** (verkürzt: Hören → Störung; Störung = Stress; Stress → Symptome), das einzig bei Belastungen mit mittleren Frequenzen geringer und moderater Pegel noch einen Rest an Relevanz aufweisen mag. Für Belastungen mit ILFN-Anteilen hat sich das Lärmwirkungsmodell jedoch als gänzlich ungeeignet erwiesen. Im Umfeld von technischen ILFN-Quellen wird regelmäßig ein **spezifisches Symptomcluster** bestehend aus auralen und non-auralen Effekten beobachtet, das sich in keiner Weise mit Stresseffekten erklären lässt. Diese Effekte werden regelmäßig seit Beginn der 1980er in der Literatur erwähnt und sind weitgehend unabhängig von der Art der Quelle. Die jeweiligen Autoren vermuteten schon frühzeitig eine ZNS-Beteiligung – eine Annahme, die sich immer weiter verdichtet hat, und zudem durch entsprechende Grundlagenforschung auf eine solide physiologische Basis gestellt werden konnte. Die **Wahrnehmungsschwelle** ist also in keiner Weise geeignet, eine Gesundheitsgefahr zu verneinen. Z.B. auch Kohlenmonoxid kann selbst bei tödlicher Dosis nicht wahrgenommen werden.

Zitat „Auch nach der deutschlandweiten Befragung der Immissionsschutzbehörden über Konfliktfälle mit Infraschall und tieffrequenten Geräuschen im Rahmen der UBA-Machbarkeitsstudie gab es keinen einzigen wissenschaftlichen Beleg (z. B. Messbericht) für einen tatsächlich auf Infraschall zurückzuführenden Immissionskonflikt aus dem Umfeld von bestehenden Windenergieanlagen“

Zunächst kann Infraschall, der bekanntlich im relevanten Schalldruckbereich nicht wahrnehmbar ist, bei einer Befragung wohl kaum als Quelle für einen Immissionskonflikt herangezogen werden (vergl. Radioaktivität). Das Fehlen **gemeldeter** Fälle, ist somit **kein Beweis** für das Nichtvorhandensein entsprechender Belastungen. Es sind z.B. aus Baden-Württemberg Fälle von dokumentierten ILFN-Belastungen von Wohnräumen durch technische Quellen bekannt, bei denen die zuständigen Behörden a) eine Objektivierung der Situation „Wir haben kein Messgerät“ (Heilbronn) oder b) eine Weiterleitung bereits dokumentierter Fälle zur Erfassung der Problematik nachweislich unterlassen haben (Ludwigsburg). Ähnliches, flächendeckendes Nichthandeln der Behörden bei Belastungen mit tieffrequentem Schall ist natürlich auch aus anderen Bundesländern hinlänglich bekannt.

Aus dem **Nichthandeln von Behörden** aufgrund z.B. mangelnder Rahmenbedingungen, nun aber auf eine objektive Abwesenheit von Problemen zu schließen, zeugt von einem mangelndem Verständnis für Logik und einem Ignorieren der Realität.

Die Vorgehensweise, messtechnisch belegte Fälle von Belastungen, in denen die für ILFN-Belastungen typischen auralen und non-auralen Symptome auftraten, die Grenzwerte der veralteten DIN45680 aber nicht erreicht wurden, nun als „wissenschaftliche“ non-issue („nicht-Fall“) darzustellen, ist nicht nur ein offensichtlicher Zirkelschluss, sondern belegt eindrucksvoll das mangelnde Verständnis der Autoren des Faktenpapiers für wissenschaftliches Arbeiten: Normen und Gesetze wie die DIN45680 können in keiner Weise mit wissenschaftlichen Arbeiten gleichgesetzt werden, da diese stets das Ergebnis eines Kompromisses aus Fakten, einem breiten Spektrum wirtschaftlicher und politischer Interessen, sowie rechtlichen und operativen Aspekten darstellen.

Hinzu kommt, dass weder die bislang geübte Messmethodik (so auch für die LUBW-Studie), noch das in der medizinischen Versorgung und dem behördlichen Umgang auffallende rudimentäre Wissen über die Auswirkungen von ILFN in der Lage wäre, das Problem überhaupt zu erfassen.

Ebenso ist das Studiendesign der UBA-Studie („Machbarkeitsstudie“) ein Beleg dafür, dass in Deutschland die Forschung über die Messung von Infraschall, die Erfassung und Differenzierung von Infraschallbedingten Krankheitsbildern noch am Anfang steht. Da nur gesehen wird, was gewusst ist, ist die Medizin in Deutschland zudem noch gar nicht in der Lage, betroffene Anwohner richtig zu befragen und zu untersuchen.

Seite 10

Zitat: „Ab bestimmten Entfernungen ist der Infraschall, der von der Windenergieanlage ausgeht, nicht mehr vom Hintergrundschall zu unterscheiden. Bei den Messungen in Baden-Württemberg konnte im Abstand von 700 m beobachtet werden, dass sich beim Einschalten der Windenergieanlage der gemessene Infraschallpegel nicht mehr nennenswert erhöht¹⁵ (siehe Abbildung 3). Bei weiteren Untersuchungen konnte ab einer Entfernung von 600 m¹⁶ oder bei Messungen in 1.200 m Entfernung¹⁷ kein nennenswerter Unterschied zwischen an- und ausgeschalteter Anlage festgestellt werden. Das heißt, der gemessene Infraschall stammte bei diesen Entfernungen überwiegend vom Wind und anderen Quellen und nicht vom Betrieb der Windenergieanlagen.“

Wir sehen in dieser Aussage eine bewusste Unterschlagung bewiesener Fakten und daraus resultierend falsche Rückschlüsse. Es ist u.a. aus der Studie des Umweltbundesamtes bekannt, dass Resonanzschwingungen der Rotorblätter und Strömungsgeräusche, verursacht durch Wind, primär für die Erzeugung des Infraschalls verantwortlich sind. Diese treten unabhängig von der Tatsache auf, ob die WKA dreht oder steht. Die Rotorblätter der WKA gehören gegenwärtig zu den größten und effektivsten Infraschallerzeugern, die es in der Industrie gibt mit Schalldruckpegeln von rund 108dB(A) – Anmerkung: Informationen über unbewertete Schalldruckpegel von WEA werden von Seiten der Hersteller erst gar nicht veröffentlicht.

Seite 11

4.2 Gesundheitliche Auswirkungen von Infraschall durch Windenergieanlagen

Zitat: „In einer Studie, die gesundheitliche Belastungen beim Menschen durch hörbaren Schall untersucht hat, konnten keine Symptome gefunden werden, die eindeutig mit Infraschallwirkungen in Verbindung gebracht werden könnten, wie z. B. Schwindel.“

Diese Aussage ist kein Beweis für fehlende spezifische Infraschallwirkungen, da sich mit einem fließenden Übergang von Hör- zu Infraschall zunehmend spezifische Effekte für die tieffrequente Belastung zeigen. Das lässt sich z.B. auf jeweils frequenzspezifische Empfindlichkeit von Sensoren, Nervenbahnen und Arealen der Verarbeitung im Gehirn zurückführen. Beispielsweise kann mit 1800Hz keine Vasokonstriktion peripherer Gefäße ausgelöst werden, mit 18Hz aber schon bei Pegeln im Bereich der Wahrnehmungsschwelle.

Die hier zitierte Wilstedt-Studie ist in vielen Punkten kritisch zu sehen und belegt nicht die Unbedenklichkeit von Infraschall, zumal dieser hier überhaupt nicht untersucht wurde. Selbst der Studien-Autor Dr. Pohl gibt in Wiesbaden zu, dass die in seiner Untersuchung bestätigten 10% Probanden mit

deutlichen Beschwerden **KEINE** geringe Anzahl darstellen. Legt man die Prävalenz von Diabetes Mellitus mit etwa 8% zugrunde, so zeigt sich, dass es sich hier um eine erhebliche Zahl an potentiell Erkrankten handelt, überträgt man die Ergebnisse auf das ganze Land. Weiterhin ist diese Untersuchung ein indirekter Beweis dafür, dass selbst der in Wilstedt eingehaltene Abstand von 10xAnlagenhöhe keinen Schutz für die Anwohner von Windparks bedeutet: Die untersuchten 150m hohen Anlagen befinden sich 1500m weit von Wilstedt entfernt!

Zitat: „Auch die UBA-Machbarkeitsstudie zeigt keine Untersuchungen auf, die gesundheitliche Belastungen ausschließlich auf Infraschall zurückführen.“

Die Machbarkeitsstudie stellt trotz der breiten Literaturliste nicht mehr den aktuellen internationalen Stand des Wissens zu ILFN Wirkungen dar, was ein Blick auf die Literaturliste offenbart (es fehlen z.B. konkret die Arbeiten von Nissenbaum, Pierpont, Paller, Cooper). Auch die Autoren weisen explizit vor allem auf mangelnde Kenntnisse zur **Physiopathologie von IS-Wirkungen**. Kennt man diese nämlich nicht, wird man jenseits statistischer Auffälligkeiten auch keine Zusammenhänge entdecken **können**.

Jenseits dieser UBA-Studie existiert aber ein umfassender und konsistenter body of evidence, der, über einen Zeitraum von über 30 Jahren, einen eindeutigen Zusammenhang von gesundheitlichen Beeinträchtigungen und ILFN aus technischen Quellen als höchst wahrscheinlich nahelegt. Diese Arbeiten umfassen sowohl arbeitsmedizinische als auch epidemiologische Untersuchungen.

Es ist unseriös, wenngleich typisch, die Vielzahl an existierenden AERs (adverse event reports) aus dem Umfeld technischer IS/LFN-Quellen (WKAs, BHKWs, LWWPs) hier einfach unter den Tisch fallen zu lassen. Wenn in der Pharmakologie 10 von 1000 Probanden bei einem Präparat Nebenwirkungen feststellen – und darunter fallen z.B. auch Empfindungsstörungen, dann hat das für den Hersteller weitreichende Konsequenzen. Wenn aber im Umfeld von WKA schätzungsweise bis zu 20% der Anwohner von Gesundheitsstörungen berichten, so wird das derzeit noch ignoriert. Hier werden hinsichtlich der Gesundheit von Menschen ohne erkennbaren Grund **unterschiedliche Standards angewendet** – was deutlich macht, dass viele der derzeit gültigen Einschätzungen zur potenziellen Schädigungswirkung von WKA wissenschaftlich unhaltbar sind. Konkret sind somit die Abstandsregelungen als auch die Betriebszeiten von Grund auf neu zu bewerten.

Zitat: „Ein wissenschaftlich eindeutiger Zusammenhang zwischen Infraschall durch Windenergieanlagen und gesundheitlichen Belastungen ist daher bei der derzeitigen Befundlage nicht herstellbar.“

Diese Rhetorik ist bekannt: Es wird suggeriert, dass der Beweis der Schädlichkeit der ILFN-Emissionen einzig und allein durch ein experimentelles Set-up erbracht werden könne, in dem Probanden in einem kontrollierten Umfeld den Emissionen einer WKA ausgesetzt werden. Natürlich würde solch ein Experiment aufgrund der damit verbundenen Risiken vor keiner Ethikkommission Bestand haben – und deswegen nie in realitätsnaher Form durchgeführt werden.

Hier wird offenbar bewusst ignoriert, dass das im Umfeld von WKA zu beobachtende Symptomcluster seit den 1980ern auch im Umfeld anderer technischer ILFN-Quellen beobachtet, beschrieben und epidemiologisch untersucht wurde. Hier wird das Gegenteil einer „Transferleistung“ oder einer Zusammenführung bekannter Teilaspekte betrieben: die Fragestellung wird durch das Einbringen unrealistischer und irrelevanter Details nicht nur als unbewiesen dargestellt, sondern auch **bewusst als**

unbeweisbar aufgebaut. Konkret sei im Zusammenhang mit WKA also auf diese weithin bekannten und vor allem relevanten Arbeiten hingewiesen.^{22 23 24 25 26 27}

Zitat: „Daher kommt der umweltmedizinischen Begleitforschung eine zentrale Rolle zu, um gesundheitliche Folgen besser abschätzen zu können und damit den vorsorgenden Gesundheitsschutz zu verbessern. Hierbei sollen insbesondere Menschen berücksichtigt werden, die besonders empfindlich auf äußerliche Einwirkungen reagieren.“ ... „So kann das Phänomen einer veränderten Umwelt z. B. durch die Errichtung von Windenergieanlagen auch zu negativen Erwartungen und dann zu negativen Effekten führen.“

Hier wird, wie bei umweltmedizinischen Themen seit den 70ern seitens der Verursacher sehr beliebt, die „psychogene“ Karte gespielt. Gesundheitliche Betroffenheit durch ILFN wird so unbemerkt eine gewisse Mitschuld zugeschrieben (Prinzip der **secondary victimization**).

Da aber bei Kenntnis bereits der rein **physiologischen Wirkung** auch geringpegeliger ILFN-Belastung bzw. bei Einbeziehung existierender epidemiologischer Arbeiten zu ILFN-Wirkungen weitaus einfachere Modelle existieren, die zudem **das ganze beobachtbare ILFN-induzierte Symptomcluster** plausibel erklären können, hat der Umweg über das Modell eines hypothetischen psychogenen Mechanismus zwangsläufig ausgedient. Verkürzt dargestellt, hat das „psychogene“ Modell folgende eklatante Mängel:

- ZNS-Störungen werden fälschlicherweise als „psychologisch“ eingestuft
- Das Modell kann nur einen Bruchteil der Effekte im Umfeld hoch- und geringpegeliger technischer ILFN-Quellen erklären und versagt z.B. bei den typischen Veränderungen des Innenohrs völlig
- Im Tiermodell können ILFN-spezifische Effekte erzeugt werden – die Tiere haben aber keine vorgefasste Meinung zur Technologie der Quelle
- Auch Kinder zeigen ohne ablehnende Grundeinstellung gleiche Symptommuster (Schlafstörungen, Lernschwierigkeiten)
- Kognitive Verhaltenstherapie erweist sich bei ILFN-belasteten Personen als wirkungslos

Die Bedeutung des Abstands zu Windenergieanlagen in Bezug auf Infraschall

Zitat: „Grundsätzlich ist festzustellen, dass sich der Schalldruckpegel mit zunehmendem Abstand zur Quelle verringert“ ... „Denn der genaue Einfluss von Topographie und Beschaffenheit der Umgebung auf die Ausbreitung von Infraschall ist nicht abschließend erforscht. Die Experten und Expertinnen empfehlen, dass idealerweise in der konkreten Situation vor Ort Messungen durchgeführt und dann mit einem Sicherheitsaufschlag versehen werden.“

Legt man die bisher bekannten wissenschaftlichen Erkenntnisse und Messergebnisse von Infraschall durch Windenergieanlagen zu Grunde, ist aus Sicht der Expertinnen und Experten der in Hessen fest-gelegte Mindestabstand von Windenergieanlagen zum Siedlungsrand (1.000 m) daher im Sinne der Vorsorge gegen Infraschall aus heutiger Sicht ausreichend.“

Die für mittlere und hohe Frequenzen gültige gut berechenbare logarithmische Abstandsdämpfung trifft für die sehr langwelligen ILFN-Emissionen nicht zu: nicht nur meteorologische und topografische Effekte, auch

lokale Additions- und Auslöschungseffekte, das Zusammenwirken mit Festkörperschall und Resonanz und selektive Filtereffekte beim Übergang in Innenräume lassen bislang eine prospektive Abschätzung der zu erwartenden ILFN-Immissionen auch nicht annähernd zu. Aus diesem Grund kommt ja gerade die UBA-Studie zu dem Schluss, dass echte Gesundheitsvorsorge in Bezug auf die Wirkung von Infraschall noch nicht möglich ist. Zwar lehnt sie pauschale Schutzabstände ab, fordert aber gleichzeitig die Erarbeitung differenzierte Parameter, die das Problem Infraschall wirksam unterbinden. 1000m sind demnach nur angesichts fragwürdiger Immissionsschutzregeln, die längst widerlegten Wissensstand widerspiegeln, „aus heutiger Sicht ausreichend“. Dies ist eine politische aber keine wissenschaftliche Aussage und gehört daher nicht in ein „Faktenpapier Infraschall“.

Seite 12

Internationale Studien zu Infraschall durch Windenergieanlagen

Zitat: „Auch eine Vielzahl internationaler Studien beschäftigt sich mit Infraschall von Windenergieanlagen. Bei diesen Studien muss insgesamt berücksichtigt werden, dass sie aufgrund unterschiedlicher Methodik und Herangehensweisen, unzureichender Dokumentation der Forschungsdesigns und lokalen Besonderheiten nicht ohne weiteres untereinander oder mit deutschen Studien vergleichbar sind.“

Wiederum zeigt diese einleitende Feststellung die tendenziöse, politisch motivierte Herangehensweise an das Thema: wie die UBA-Machbarkeitsstudie Infraschall konstatiert, ist Deutschland in Bezug auf wissenschaftliche Aktivität und Publikationsdichte zum Thema eher an Schlusslichtposition im internationalen Vergleich zu finden. Alle – auch die deutschen - Studien bilden auf Grund der komplexen, schwierig zu erfassenden Thematik jeweils nur kleine Bereiche des Problems ab. Die eher den chronischen Erkrankungen zuzuordnenden Folgen von ILFN-Emissionen lassen sich eben nur schwer durch Kurzzeit-Laborexposition mit Infraschall abbilden, randomisierte Langzeit-Doppelblindstudien sind aus ethischen Gründen nicht vertretbar, Korrelationen von Leistungsdaten der WEA, Wetterdaten, lokalen Faktoren und Gesundheitsdaten der Anwohner sind hochkomplex und oftmals auf Grund eingeschränkter Datenverfügbarkeit kaum möglich (teilweise Ausnahme bildet hier die aktuelle Untersuchung in Dänemark). Genau aus diesem Grund versucht ja die Machbarkeitsstudie des UBA 2014 ein Untersuchungsdesign zur Erforschung von ILFN-Wirkungen vorzustellen. Genau aus diesem Grund - und solange nicht der schlüssige Beweis der Unschädlichkeit einer Infraschalleinwirkung erbracht wird - müssen derzeit wissenschaftliche Verdachtsmomente durch die vergleichende und zusammenfassende Wertung verschiedener Aspekte der Infraschallthematik aus Studien auch niedrigerer Evidenzgrade herangezogen werden. Neben der Evidenzstufe einer Studie ist dabei die **Unabhängigkeit der Autoren** nicht minder wichtig.

Zitat: „Eine dieser Studien beschreibt beispielsweise Reaktionen des Innenohrs durch Infraschall auch unterhalb der Hörschwelle²⁰. Diese Erkenntnisse wurden im Tierversuch an Meerschweinchen gewonnen und können laut den Expertinnen und Experten nicht ohne weiteres auf den Menschen übertragen werden. Auch ist hier die gesundheitliche Relevanz ungeklärt: Denn messtechnisch erfassbare Effekte müssen nicht zwangsläufig zu gesundheitlichen Auswirkungen führen.“

Eindeutige Ergebnisse aus Tierversuchen für die Ermittlung von Grenzwerten und Wirkmechanismen als zweitrangig zu ignorieren verkennt die **wissenschaftlich unbestrittene Wertigkeit von Tierversuchen** und vor allem die evolutionsbiologisch nachvollziehbare Funktionsgleichheit des Innenohrs von Mensch und Versuchstieren. Diese Ergebnisse müssen zumindest solange als valide berücksichtigt werden, wie nicht

gegenteilige Erkenntnisse aus vergleichbaren Studien am menschlichen Organismus das Gegenteil beweisen.

Zitat: „Das oft zitierte „Wind-Turbinen-Syndrom“ – ein Begriff eingeführt von Dr. Nina Pierpont, USA – beschreibt Symptome eines Krankheitsbildes, das bei Menschen auftreten können soll, die in der Nähe von Windenergieanlagen wohnen. Hierbei handelt es sich laut Aussage der Expertinnen und Experten vor allem um eine medizinische Fallbeschreibung, die noch keinen Rückschluss auf ursächliche Zusammenhänge zwischen Windenergieanlagen und den beschriebenen Symptomen auf Bevölkerungsebene zulässt. Die Studie wurde bisher nicht in Fachmedien publiziert und ist derzeit in der Fachwelt nicht anerkannt. Sie bietet zumindest Anhaltspunkte für weitere Untersuchungen an großen Stichproben, in denen die Messung von Infraschall und tieffrequentem Schall mit der Befragung von Anwohnern kombiniert werden sollte. Eine aktuelle Veröffentlichung aus Australien könnte Hinweise geben, dass es zu Lärmbeschwerden durch Windenergieanlagen kommt, obwohl alle Richtlinien und Richtwerte eingehalten wurden und andere Lärmquellen nicht vorhanden sind. Möglicherweise spielen Geräuscheigenschaften eine Rolle, die mit den bisher verwendeten Messgrößen nicht erfasst werden. Allerdings muss hier beachtet werden, dass es sich um eine Fallstudie mit einem sehr geringen Untersuchungsumfang (sechs Personen in drei Häusern) handelt und die örtlichen Bedingungen nicht ohne weiteres auf Deutschland übertragen werden können. Die Autoren selbst sehen keinen Anlass für die Überarbeitung der Gesetzes- und Genehmigungslage. Die Ergebnisse werden von ihnen ausdrücklich kritisch betrachtet und als vorläufig bezeichnet²². Die Studie gibt jedoch Hinweise auf Themen für weitere, vertiefende Untersuchungen insbesondere auch zur Bewertung von Infraschall mit einem neuen Messstandard db(WTS).“

Medizinische **Fallbeschreibungen sind oft der Anfang eines wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses**. Direkte Beobachtungen und systematische Interviews dienen dabei als wertvolle Quellen²⁸. Ohne diese empirischen Erhebungen könnten keine neuen Theorien zur Wirkung von Infraschall entstehen, die dann durch evidenzbasierte Studien und Experimente verifiziert werden müssen. Studien mit ähnlichen Ergebnissen wurden nicht nur durch Pierpont und Cooper sondern von vielen weiteren Autoren aus USA, Canada, Dänemark, Australien etc. berichtet. Auch Frau Prof. Hornberg stellt fest, dass ihr und den Gesundheitsbehörden auch in Deutschland **vermehrt Gesundheitsbeschwerden im Zusammenhang mit dem Bau von WEA** bekannt seien. Das in diesem Zusammenhang festgestellte Fehlen einer systematischen Erfassung ist noch kein Beweis für das Fehlen dieses Krankheitszusammenhangs.

Der hier begangene Argumentationsweg nach dem schlichten Denkschema „anderswo ist alles anders“ widerspricht der wissenschaftlichen Logik: aus physikalisch-akustischer Sicht konnte festgestellt werden, dass die **Infraschallausbreitung relativ unabhängig von Umgebungsbedingungen** stattfindet und dass **Infraschallprognosen durch Effekte der Resonanz und Überlagerung nicht möglich** sind. So berichtet die Falmouth-Study von Krankheitsereignissen relativ unabhängig von der Entfernung der Anwohner von der betreffenden WEA. Dies zeigt deutlich, dass bisher wissenschaftlich noch nicht ansatzweise verstanden wird, wo die **gemeinsamen Faktoren jeweils andersartiger Grundbedingungen** zu finden sind! Differenzierte Kriterien der Gesundheitsvorsorge im Zusammenhang mit der WEA-Nutzung existieren nicht. Diese gilt es daher auch gemäß dem Ansatz der Machbarkeitsstudie Infraschall des UBA systematisch zu erforschen. Bis auf weiteres gilt also, dass der **Beweis der Unschädlichkeit bis heute wissenschaftlich nicht erbracht wurde**.

Windenergieanlagen im Vergleich zu anderen Infraschallquellen und anderen Formen der Strom- und Wärmeerzeugung

Seite 13

Zitat: „Die Erhebungen im Rahmen der UBA-Machbarkeitsstudie haben u.a. ergeben, dass am häufigsten Anlagen der Strom- und Wärmeerzeugung und des Energietransportes mit 33 % der Fälle zu Beschwerden über Infraschall und tieffrequente Geräusche führten. Die häufigste genannte Quelle sind Wärmepumpen mit 9,3 %. Auch Biogasanlagen (8,4%) und Blockheizkraftwerke (6,5%) liegen deutlich vor Windenergieanlagen, die in 3,3 % der registrierten Fälle zu Beschwerden geführt haben“

s. Kommentierung zu Seite 9 unten

Zitat: „Die Messungen in Baden-Württemberg zeigen, dass auch vom Straßenverkehr Infraschall und tieffrequente Geräusche ausgehen, die mit den Messwerten bei Windenergieanlagen vergleichbar sind oder sogar darüber liegen. Die höchsten Pegel von Infraschall wurden im Innenraum eines mit 130 km/h fahrenden Mittelklasse-Pkw gemessen und liegen um mehrere Größenordnungen über den ansonsten im Straßenverkehr oder an Windenergieanlagen gemessenen Werten“

Diese üblichen verharmlosenden Vergleiche der verschiedenen Infraschallquellen grenzen wiederum den in der Medizin bekannten **chronifizierenden Wirkmechanismus** aus: das Infraschallproblem wird auf hohe Pegelwerte reduziert, temporale Besonderheiten, Amplitudenmodulation und vor allem die Langfristigkeit der Immissionen wird damit völlig ignoriert. Wie viele Menschen müssen chronisch erkranken, bis die Politik erkennt, dass die **Verhinderung chronischer Erkrankungen immense menschliche aber auch volkswirtschaftliche Bedeutung** hat und im Zuge der Windkraftindustrialisierung immer mehr bekommen wird!

Zitat: „Ein Vergleich der Windenergie mit anderen Formen der Strom- und Wärmeerzeugung aus umweltmedizinischer Sicht zeigt, dass beispielsweise die nachgewiesenen gesundheitlichen Belastungen von Feinstaub durch Kohlekraftwerke oder das Risiko radioaktiver Belastungen durch Kernkraftwerke deutlich größer sind, als die möglichen Risiken, die von Infraschall der Windenergieanlagen ausgehen. Nach Ansicht von Frau Prof. Herr führt der Betrieb von Windenergieanlagen in den relevanten Abständen zu den Immissionsorten zu keiner wesentlichen Erhöhung der Infraschallexposition, wie dies auch das aktuelle Messprogramm der LUBW gezeigt hat. Auf Basis dieser Erkenntnisse erscheinen Windenergieanlagen daher nicht geeignet, um gesundheitliche Wirkungen spezifisch von Infraschall zu untersuchen.“

Der Vergleich gesundheitsgefährdender Wirkungen verschiedener Energieerzeugungsarten sollte der Logik des Abwägens von Wirkung und Nebenwirkung bei medizinischen Maßnahmen oder der Gabe von Medikamenten folgen: Nebenwirkungen sind nur in vertretbarem Ausmaß zu akzeptieren, wenn Wirkungen nachgewiesen sind, nur dann wenn der Abstand zwischen Wirkungs- und Nebenwirkungsrate eindeutig und groß genug ist. Allerdings bleibt die Privilegierung der Windenergie bislang den Nachweis schuldig, andere ebenso gesundheitsgefährdende Energieerzeugungsarten wie z.B. die Braunkohlenverstromung ersetzen zu können. Flächendeckend also **zusätzliche Emissionen ohne sinnvollen Effekt** zuzulassen grenzt an Zynismus. Die **Nebenwirkungsinzidenz von 10-20%** bei der Nutzung der Windenergie - wie in vielen Studien nachgewiesen - wird in der Medizin als **sehr häufige Nebenwirkung** klassifiziert. Dabei ist es unerheblich, ob Infraschall isoliert oder im Zusammenwirken mit hörbarem Schall diese unschöne Wirkung entfaltet.

Seite 14

Zitat: „Nach Ansicht von Frau Prof. Herr führt der Betrieb von Windenergieanlagen in den relevanten Abständen zu den Immissionsorten zu keiner wesentlichen Erhöhung der Infraschallexposition, wie dies auch das aktuelle Messprogramm der LUBW gezeigt hat. Auf Basis dieser Erkenntnisse erscheinen Windenergieanlagen daher nicht geeignet, um gesundheitliche Wirkungen spezifisch von Infraschall zu untersuchen. Trotz des grundsätzlich benannten Forschungsbedarfes hinsichtlich der Wirkungen des Infraschalls liefern die aktuellen Erkenntnisse und vorliegenden Daten aus Sicht der Expertinnen und Experten keine hinreichend belastbaren Befunde zum Thema Infraschall bei Windenergieanlagen, die klar für eine Gesundheitsgefährdung sprechen.“

Die Machbarkeitsstudie Infraschall, die sich auf knapp 1300 internationalen Studien zum Thema Infraschall stützt, thematisiert die **Infraschall-Problematik vor allem im Zusammenhang mit Windenergieanlagen**. Studien von zB. Ceranna im Inland und Cooper im Ausland betonen die Bedeutung von WEA für die Entstehung von Infraschall. Zu dem im vorliegenden Faktenpapier zitierten Urteil kann nur der gelangen, der die Infraschallthematik als ausgeforscht ansieht. Wissenschaft muss aber gerade Erkenntnisse immer wieder in Frage stellen, wenn

- **neue Mess- und Auswertungsmethoden** einen neuen Blick auf das Infraschallproblem gewähren und die bislang postulierte generelle Unbedenklichkeit in Frage stellen
- auf Grund bisheriger Befunde ein **Neuromonitoring** und **lange Untersuchungsläufe** notwendig erscheinen
- die Hörforschung **neue pathophysiologische Modelle** anbietet, die im Bereich unter 16 Hz klinische Symptome wie Tinnitus, Schwindel und Schlafstörung erklären können
- es möglich wird **flächendeckend Gesundheitsdaten und Windenergiedaten zu korrelieren** (s. dänische Untersuchung)
- wenn Erkenntnisse vorliegen, dass pauschale Abstandsregelungen in keinem Fall die Bevölkerung vor Nachteilen schützt, sondern heute hierfür sehr differenzierte Parameter gefunden werden müssen.

„Aktuelle Erkenntnisse und vorliegende Daten“ reichen eben nicht aus, den Beweis für die generelle Unbedenklichkeit von WEA in Bezug auf Infraschall zu bringen!

5 Rechtliche Rahmenbedingungen und Vorsorge

Seite 15

Zitat: Eine weitergehende Regelung für den Bereich des Infraschalls besteht derzeit nicht. Der Gesetzgeber betrachtet die im Bundes-Immissionsschutzgesetz und der TA Lärm niedergelegten Regelungen bisher als ausreichend im Sinne von Schutz und Vorsorge gegen Schallimmissionen. In der Rechtsprechung ist bislang kein rechtskräftig abgeschlossener Fall bekannt, in dem das Argument Infraschall zu einer Ablehnung einer Genehmigung geführt hat – weder in Bezug auf Windenergieanlagen noch in Bezug auf andere Bauvorhaben.

Dass die Rechtsprechung sich ausschließlich auf Außenwerte stützt, liegt nach Ansicht von Prof. Krahe daran, dass eine Prognose bezüglich Immissionen von Infraschall insbesondere in Gebäuden kaum möglich ist. Diese

Ansicht von Herrn Prof. Krahe kann Herr Dr. Stapelfeldt aufgrund der vorliegenden Rechtsprechung nicht bestätigen. Es gibt aus seiner Sicht keinerlei Anhaltspunkte dafür, dass fehlende Prognosemöglichkeiten ein Grund für die ablehnende Haltung der Gerichte sein könnten. Vielmehr geht die Rechtsprechung davon aus, dass es keine belastbaren Erkenntnisse für schädliche Umwelteinwirkungen durch Infraschall von Windenergieanlagen gibt, wenn die Immissionsrichtwerte (Nr. 6.1 TA Lärm) eingehalten werden.“

Hier unterliegt der Gesetzgeber gleich in mehrfacher Hinsicht einem Irrtum. Die im Bundesimmissionsschutzgesetz und der TA Lärm niedergelegten Regelungen sind – und das ist nicht erst heute Stand des Wissens – eben völlig unzureichend und veraltet und für Schutz und Vorsorge gegen Schallimmissionen:

1. Das gemäß Empfehlung des Länderausschuss für Immissionsschutz angewandte alternative Verfahren der Geräuschimmissionsprognose für Windenergieanlagen gem. **DIN ISO 9613-2** hinsichtlich der Schallausbreitungsberechnung und der Unsicherheit der Prognose ist vor allem **in Abständen >500m von der WEA nicht anwendbar**, da im Wesentlichen der Effekt der Bodendämpfung nur für niedrige Schallquellen (bis 30m) Anwendung finden darf²⁹.

2. Die **Schallprognose wird für ILFN gänzlich unmöglich** dadurch, dass für langwellige Schallemissionen die Bodendämpfung keine Rolle spielt, im Gegenteil durch Kombination mit Körperschall bei schallharten Böden und durch die meteorologischen und geomorphologischen Umgebungsbedingungen additive Effekte entstehen und daher die jeder Schallemissionsprognose und jeder Schallberechnungssoftware zugrunde liegende **kugelförmige Gesetzmäßigkeit der Schallausbreitung für Infraschall nicht greift**. So ist auch die oft behauptete Abstandsdämpfung von 6dB je Abstandsverdoppelung für das hier besprochene Thema eine ungeeignete Beschreibung für die Ausbreitungscharakteristik von Infraschall. Zudem führen Resonanz- und Überlagerungseffekte von ILFN-Immissionen in Innenräumen und deren Kombination mit möglichem Körperschall zu nicht vorhersagbaren Immissionszuständen für die Anwohner. Prognostisch lässt sich folglich die Möglichkeit einer ILFN-Belastung im Genehmigungsverfahren von WEA vorbeugend nicht abschätzen.

3. Ebenso ist die **DIN 45680 zur Beurteilung des tieffrequenten Lärms aus heutiger Sicht nicht geeignet**. Diesem Umstand trägt die, allerdings seit 2011 immer noch im Entwurfsstadium verharrende Neufassung der DIN 45680 ebenfalls nur in Ansätzen Rechnung. Um nur einige Einzelheiten zu nennen:

- Unter anderem berücksichtigt die aktuelle DIN 45680 durch die Hörschwelle L_{HS} nur 50 % der Hörenden
- das Kriterium für Voruntersuchungen $LC - LA > 20dB$ bzw. $15dB$ (Entwurf 2011) ist bei weitem nicht hinreichend, auch im Vergleich zu anderen internationalen Schutznormen (z.Z. Polen, Kärnten)
- Die Norm orientiert sich auch in der Neufassung an der psychoakustischen Wahrnehmung tieffrequenten Luftschalls und ignoriert, dass pathogene Wirkung auch geringer Pegel auf den Menschen auf Grund bekannter physiologischer Mechanismen von einer Wahrnehmung jeglicher Art vollständig entkoppelt ist.
- Das in der DIN 45680 zur Anwendung kommende Bewertungsverfahren (incl. der vorgesehenen Terzanalyse) ist nicht geeignet, den typischen Besonderheiten durch ILFN-Belastungen im Wohnumfeld gerecht zu werden – auch weil (Wohn)räume durch tonale

Signale eine stärkere Anregung zu Resonanzverhalten zeigen als bei breitbandigem (natürlichen) Schalleintrag (Ambrose / Rand 2012).

- Der Betrachtungsrahmen (Terzbänder von 8-125Hz umfasst Frequenzen von 5-140Hz) ist in Bezug auf die in der Literatur beschriebenen Wirkungen langfristiger ILFN-Einwirkungen völlig willkürlich zu klein gewählt. Auch im Bereich unter 5Hz – dem typischen Eigenfrequenzspektrum von modernen WEA - sind schwerwiegende Effekte mit hoher Eintrittswahrscheinlichkeit zu beobachten (Vgl. Kelley 1985). Internationale Studien zeigen, dass Frequenzen unter 8Hz durchaus in der Lage sind medizinische Wirkungen an verschiedenen Wirkorten hervorzurufen:

- o Störung des Baroreflexes (Malmberg, Höppe, Delyukov)
- o Kinetosen (Schomer, Ambrose/Rand)
- o Störung der Vestibulären Funktion (Takigawa)
- o Artikulationsstörungen (Evans, Tempest)

Wenn also die Norm ihrer Schutzfunktion gerecht werden soll, müssen medizinische Erkenntnisse gleichermaßen wie technische Entwicklungen Eingang finden in dem durch die Norm abgedeckten Schutzbereich im Spannungsfeld zwischen Schallfrequenz und-intensität.

- Kurzzeitige Geräuschimmissionen als ILFN-induzierte Aufwachereignisse werden durch die Norm nur unzureichend erfasst, so dass Schutz vor nächtlicher Belastung nicht ausreichend gegeben ist. (Findeis, Jeffrey, Persson-Waye, Coy, Cappuccio etc.)
- Die sensiblen Strukturen im menschlichen Organismus (Cochlea, Vestibularorgan) können durch Aufnahme, Weiterleitung und Verarbeitung auch relativ schwacher und niederfrequenter Schallimmissionen medizinische Schäden induzieren. Es gilt also: die Verfeinerung der Mess- und Auswertungstechnik muss mit der Erkenntnis niedrigerer Wirkungsschwellen Schritt halten. Nur mit sensibler Technik lassen sich sensible Strukturen schützen (mikrobarometrische Messverfahren, FFT-Analyse). Die in der DIN-Norm beschriebene veraltete Messtechnik und vereinfachten Auswertungsmethoden sind daher nicht mehr zeitgemäß und erfüllen qualitativ und quantitativ nicht die Erfassungsanforderungen, die notwendig sind das Ziel dieser Norm zu erfüllen: den Gesundheitsschutz der von durch ILFN-Immissionen betroffenen Menschen.
- Umgebungsbedingungen wie vor allem meteorologische Parameter und das Zusammenwirken mit fluktuierenden, sekundären Schallquellen sorgen immer für variable Immissionsstärken und – qualitäten am Messort. So kann alleine eine stabilere Temperaturschichtung in der Nacht oder eine Überlagerung mit Sekundärgeräuschen zu einer Verstärkung von LFN-Immissionen führen, eine Reduzierung der Umgebungsgeräusche in der Nacht zusätzlich zu einer reduzierten Maskierung der LFN-Immissionen. Messungen sind daher grundsätzlich als Langzeitmessungen anzulegen. Der vorliegende DIN-Entwurf ist nach wie vor “langzeitblind”. Es ist in der Medizin bekannt, dass chronische Krankheiten nach dem Dosis- Wirkungsprinzip (Dosis im Körper ist das Produkt aus Intensität mal Wirkungsdauer) auch durch unterschwellige Stressoren entstehen können, sofern die Schädigungsdauer und die Periodizität für eine Summation von selbst unterschwelligen Wirkungen führen. Die Dosis macht das Gift.

- Gewöhnung als sensibilitätsmindernde Adaptation ist in Bezug auf die neurologische (nicht psychoakustische!) Verarbeitung von Langzeit-LFN in der Medizin nicht bekannt. Im Gegenteil: je länger die Dauer der Exposition, desto mehr rücken unterschwellige Ereignisse, möglicherweise durch die Torwächterfunktion des limbischen Systems in den Bereich der medizinischen Wirksamkeit. Dieser Wirkmechanismus ist auch bei der Entstehung des Tinnitus beteiligt. Gleiches gilt auch für das Auftreten periodischer LFN-Ereignisse. Verarbeitungsstrategien gegen periodisch einwirkende Noxen sind in der Natur nicht bekannt und werden auch beim Menschen nicht wirksam.

Die Ansicht von Dr. Stapelfeldt zeigt wiederum den Zirkelschluss der juristischen Argumentation, die zu der Frage, ob ILFN-Immissionen von WEA krankmachende Wirkung besitzen nichts beiträgt: der legislative Prozess orientiert sich bekanntlich am wissenschaftlichen Erkenntnisstand der Vergangenheit und an den zur und nach der Zeit der Normentstehung bestehenden politisch-wirtschaftlichen Bedürfnisse. Normenentstehung und Normenwirkung divergieren zeitlich gesehen daher in der juristischen Betrachtung von ILFN-Wirkungen um mindestens 20-30 Jahre (s. Prozess der Novellierung der DIN45680). Gerichte urteilen demnach routinemäßig auf wissenschaftlich unhaltbar veralteter Grundlage. So gesehen ist die Aussage, dass Gerichte von der Unschädlichkeit von ILFN ausgehen, so lange Normen eingehalten werden, eine Aussage ohne Wert, die aber die Misere des vorbeugenden Immissionsschutzes in Deutschland sehr deutlich macht.

Zitat: „In Hessen wird mit der 1.000 m Mindestabstands-regelung von Windenergieanlagen zum Siedlungsrand bei dem derzeitigen Erkenntnisstand aus Sicht der Expertinnen und Experten das Vorsorgeprinzip bereits ausreichend angewandt.“

Der Satz müsste – nach den Ausführungen zur gesetzlichen Lage - richtig lauten: In Hessen wird mit der 1.000 m Mindestabstandsregelung von Windenergieanlagen zum Siedlungsrand bei dem veralteten Stand der Immissionsschutzregeln aus Sicht der Expertinnen und Experten das Vorsorgeprinzip missachtet.

Eine umfassende Begleitung der technischen Entwicklungen durch die Wissenschaft ist daher wichtig, um Erkenntnisse zu gewinnen und abzusichern, die dann als Grundlage für eine Diskussion über gesetzliche Regulierungen herangezogen werden können.

Dies bedeutet im Klartext, dass die „Experten“ nach dem Muster der schädlichen Auswirkung der Kernenergienutzung auch in Bezug auf die drastische Privilegierung der Windenergienutzung in Deutschland die Zunahme der Schallemissionen abwarten, um aus deren schädigender Folgewirkung dann wissenschaftliche Schlüsse zu ziehen, wenn also bereits auf Grund der oben nachgewiesenen Unbrauchbarkeit der Schutznormen eine erhebliche Inzidenz chronischer Schallfolgeerkrankungen entstehen wird. Dies kann nur als ungenehmigter medizinischer Feldversuch angesehen werden und spricht für eine unhaltbare Ansicht der hier befragten Experten, mit Ausnahme von Prof. Krahé, übrigens dem einzigen hier beteiligten Experten mit eigenen wissenschaftlichen Untersuchungen zur Nachweisbarkeit von neurologischen Infraschallwirkungen, der daher ausdrücklich einen größtmöglichen Abstand von WEA zur Wohnbebauung fordert.

6 Zusammenfassung

Was ist Infraschall? *Infraschall ist Schall unterhalb des normalen Hörbereichs des Menschen mit einer Frequenz unter 20 Hz. Es handelt sich somit um sehr tiefe Töne. Aufgrund seiner hohen Wellenlänge wird Infraschall von Schutzwällen oder Gebäuden kaum gedämpft. Eine Abnahme des Schalldruckpegels erfolgt daher vor allem durch die Entfernung.*

Infraschall ist Schall unterhalb des normalen Hörbereichs des Menschen mit einer Frequenz unter 20 Hz. Es handelt sich somit um sehr tiefe Töne. Aufgrund seiner hohen Wellenlänge wird Infraschall durch Luft und von Schutzwällen oder Gebäuden kaum gedämpft und kann sich daher fast ungehindert ausbreiten. Dabei erfolgt die Abnahme seines Schalldruckpegels mit der Entfernung zum Teil mit nur 3dB pro Abstandsverdoppelung durch gerichtete Schallabstrahlung, abhängig von meteorologischen und geomorphologischen Verhältnissen. Hierdurch und durch Resonanz und Überlagerung mit Körperschalleffekten in Innenräumen wird die Prognose von ILFN-Pegeln am Immissionsort unmöglich.

Wo kommt Infraschall vor? *In der Natur wird Infraschall durch schwere, bewegte Massen wie Luft und Wasser, Turbulenzen oder Resonanzphänomene erzeugt. Natürliche Quellen sind demnach Wind, Gewitter, die Meeresbrandung und Erdbeben. Der Mensch hat zusätzlich zahlreiche künstliche Infraschallquellen in seiner Umwelt geschaffen wie z. B. Klima- und Lüftungsanlagen, Umspannwerke, Kraftfahrzeuge, Pumpen, Lautsprecher Systeme, Biogas- und Windenergieanlagen. Windenergieanlagen stellen somit eine von vielen Quellen in unserer Umgebung dar.*

In der Natur wird Infraschall durch schwere, bewegte Massen wie Luft und Wasser, Turbulenzen oder Resonanzphänomene erzeugt. Natürliche Quellen sind demnach Wind, Gewitter, die Meeresbrandung und Erdbeben. Der Mensch hat zusätzlich zahlreiche künstliche Infraschallquellen in seiner Umwelt geschaffen wie z. B. Klima- und Lüftungsanlagen, Umspannwerke, Kraftfahrzeuge, Pumpen, Biogas- und Windenergieanlagen. Technische Infraschallquellen (besonders Windenergieanlagen) zeichnen sich im Vergleich zu den sehr unregelmäßigen (stochastischen) Pegel- und Frequenzverhalten natürlicher Quellen durch typische Frequenzmuster (Signatur), das regelmäßige Auftreten von tonalen Spitzen und durch Impulshaltigkeit bzw. Amplitudenmodulation aus. Die privilegierte Förderung von Windenergieanlagen im Rahmen der politisch durchgesetzten „Energiewende“ wird in Zukunft zu einem drastischen, flächendeckenden Anstieg der Infraschallemissionen führen.

Wie nimmt der Mensch Infraschall wahr? *Das sensitivste Wahrnehmungsorgan für Infraschall ist das Ohr (aurale Wirkungen). Bei deutlich höheren Schallpegeln kann Infraschall aber auch durch andere Körperteile wie z. B. in Lunge, Nase oder Stirnhöhlen als Vibration und Pulsation wahrgenommen werden (extraaurale Wirkungen). Je tiefer die Töne, desto lauter müssen sie sein, um die Hör- oder Wahrnehmungsschwellen zu überschreiten.*

Das sensitivste Wahrnehmungsorgan für Infraschall ist das Ohr (aurale Wirkungen). Bei deutlich höheren Schallpegeln kann Infraschall aber auch durch andere Körperteile wie z. B. in Lunge, Nase oder Stirnhöhlen als Vibration und Pulsation wahrgenommen werden (extraaurale Wirkungen). Je tiefer die Töne, desto lauter müssen sie sein, um die Wahrnehmungsschwellen zu überschreiten. Auch unterhalb der Wahrnehmungsschwelle entfaltet Infraschall durch unbewusste Signalverarbeitung im Innenohr und im Gleichgewichtsorgan neurologische Wirkungen.

Welche Auswirkungen hat Infraschall auf die Gesundheit? *Infraschall kann bei sehr hohen Schallpegeln schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben. Zunehmende Müdigkeit und Abnahme der Atemfrequenz gelten beispielsweise als gesicherte Infraschallwirkung. Sie treten nach aktuellen Erkenntnissen beim Menschen erst auf, wenn die Hörschwelle bei den jeweiligen Frequenzen überschritten wird.*

Infraschall kann nicht nur bei akuter Einwirkung hoher Schallpegel schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben. Zunehmende Müdigkeit und Abnahme der Atemfrequenz gelten beispielsweise als gesicherte Infraschallwirkung bei Schallpegeln oberhalb der frequenzabhängigen Hörschwelle. Schlafstörungen, Tinnitus und Schwindel sind dagegen die vorherrschenden Auswirkungen chronischer, lang andauernder, schwächerer (auch subliminaler) Infraschalleinwirkung, die sehr häufig über bislang noch nicht ganz verstandene Mechanismen zu einer frequenzspezifischen Sensibilisierung und zum Absenken der Wahrnehmungsschwelle führen kann.

Wieviel Infraschall geht durch Windenergieanlagen aus? *Windenergieanlagen erzeugen bereits deutlich vor dem Erreichen der gesetzlichen Mindestabstände nur Infraschallpegel, die weit unterhalb der Hör- und oder Wahrnehmungsschwellen liegen. Nach aktuellen Messungen unterschreitet Infraschall durch Windenergieanlagen bereits bei Abständen von 150 bis 300 m deutlich die Hör- und Wahrnehmungsschwellen und ist somit durch den Menschen nicht wahrnehmbar. Verschiedene Messungen in Abständen von 600 m, 700 m und 1.200 m haben gezeigt, dass der Infraschall der Anlage kaum noch vom Hintergrundrauschen (z. B. Infraschall durch Wind) zu unterscheiden ist.*

Windenergieanlagen erzeugen auch weit über die gesetzlichen Mindestabstände hinaus nennenswerte Infraschallpegel, die erst in Abständen mehrerer Kilometer im Hintergrundrauschen untergehen – abhängig von der Höhe der Anlage, den meteorologischen und geomorphologischen Bedingungen. Die gesundheitliche Bedeutung von Infraschall durch WEA ist dabei nicht nur abhängig vom reinen Schallpegel, sondern vor allem von seinem Pegelverhältnis zum Hintergrundrauschen und von seinem neurologisch bedeutsamen Signalcharakter durch spektrale und temporale Besonderheiten. Durchzuführende Infraschallmessungen sind nur dann aussagekräftig, wenn unabhängig von gesetzlich festgelegten Grenzen gemessen (Frequenzbereich) und ausgewertet (Frequenzspektrum) wird um der Sensibilität des menschlichen Organismus gerecht zu werden.

Macht Infraschall durch Windenergieanlagen krank? *Da die festgestellten Infraschallpegel bereits bei niedrigen Entfernungen weit unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen liegen, haben sie keine negativen Wirkungen auf die menschliche Gesundheit. Es gibt bisher keine Studien die zeigen, dass Infraschall auch unterhalb der Hörschwelle gesundheitliche Wirkungen haben kann.*

Da die festgestellten Infraschallpegel auch jenseits der gesetzlich bestimmten Mindestabständen im Bereich der Wirkungsschwelle der schallverarbeitenden Organen liegen, kann es nach den derzeit verfügbaren Studien häufig (10-30%) zu negativen Wirkungen auf die menschliche Gesundheit kommen.

Wie verhält sich die Windenergie gegenüber anderen Formen der Strom- und Wärmeerzeugung? *Ein Vergleich der Windenergie mit anderen Formen der Strom- und Wärmeerzeugung aus umweltmedizinischer Sicht zeigt, dass beispielsweise die nachgewiesenen gesundheitlichen Belastungen von Feinstaub durch Kohlekraftwerke oder das Risiko radioaktiver Belastungen durch Kernkraftwerke deutlich größer sind, als die möglichen Risiken, die von Infraschall der Windenergieanlagen ausgehen.*

Ein Vergleich der Windenergie mit anderen Formen der Strom- und Wärmeerzeugung aus umweltmedizinischer Sicht zeigt zwar, dass die bekannten gesundheitlichen Belastungen von Feinstaub (Kohlekraftwerke) und von radioaktiver Belastungen (Kernkraftwerke) derzeit noch größer sind, als die

Risiken, die von Infraschall der Windenergieanlagen ausgehen. Jedoch handelt es sich hier um eine bislang bewusst einkalkulierte **zusätzliche massive** Umweltbelastung durch den geplant flächendeckenden Einsatz der Windenergie, da Kohlekraftwerke (im Inland) und Kernkraftwerke (im Ausland) durch WEA nicht ersetzt werden können.

***Besteht noch Forschungsbedarf?** Gerade im Sinne des vorbeugenden Gesundheitsschutzes sollte noch mehr bei den Themen Infraschall und tieffrequente Geräusche geforscht werden. Hierbei sollten die künstlichen Quellen von Infraschall sowie das Zusammenwirken von tieffrequenten und hörbaren Geräuschen berücksichtigt werden.*

Gerade im Sinne des vorbeugenden Gesundheitsschutzes sollte noch mehr bei den Themen Infraschall und tieffrequente Geräusche geforscht werden. Hierbei sollten gerade in Bezug auf die massive Bevorzugung von WEA in Deutschland die Auswirkung einer Langzeitexposition, das Phänomen der Infraschallsensibilisierung, die Bedeutung von Meteorologie und Topografie, sowie das Zusammenwirken von tieffrequenten und hörbaren Geräuschen berücksichtigt werden.

Seite 17

***Reichen die vorhandenen wissenschaftlichen Erkenntnisse aus?** Trotz des benannten Forschungsbedarfes sind sich die Expertinnen und Experten einig, dass die aktuellen Erkenntnisse und vorliegenden Daten keine hinreichend belastbaren Befunde zum Thema Infraschall bei Windenergieanlagen liefern, die klar für eine Gesundheitsgefährdung sprechen.*

Die vorhandenen wissenschaftlichen Erkenntnisse reichen nicht aus, differenzierte Schutzmaßstäbe für neue und zeitgemäße Immissionsschutzregeln zur Verfügung zu stellen. Derzeit können daher nur ausreichende Sicherheitsabstände in Kombination mit geeigneten Abschaltalgorithmen für besondere meteorologische und geomorphologische Bedingungen für den notwendigen Gesundheitsschutz der Bevölkerung sorgen. Wenn dies nicht möglich erscheint, muss nach dem Vorbild Dänemarks der drastische weitere Ausbau der Windenergie gestoppt werden.

***Reicht die aktuelle Rechtslage zur Risikovorsorge aus?** Bei der Festlegung der entsprechenden Grenzwerte hat der Gesetzgeber auch Fragen zur Gesundheitsvorsorge berücksichtigt und bisher bezüglich Infraschall keine Anhaltspunkte gesehen, die geltenden Grenzwerte und Regelungen zu verändern.*

Das Alter der Immissionsschutzregeln, die Unbrauchbarkeit der DIN ISO DIN 9613-2 angesichts der rasanten Vergrößerung und Vermehrung technischer Infraschallquellen, der seit 2011 diskutierte Entwurf einer verschärften DIN 45860 zur Beurteilung von Infraschall und der erhebliche medizinische Wissenszuwachs in Bezug auf neurologische Infraschallwirkungen zeigt, dass der Gesetzgeber seiner Verpflichtung zum vorbeugenden Gesundheitsschutz nach §2.2 Grundgesetz nicht nachkommt.

Fazit

Die aktuelle Fassung des Faktenpapiers gibt weder den vor Ort in der Diskussion erarbeiteten Sachstand noch den Erkenntnisstand der Machbarkeitsstudie Infrschall 2014 des Bundesumweltamtes sowie neuerer internationaler Studien wieder und vermittelt so in der vorliegenden Form eine trügerische Unbedenklichkeit, die wissenschaftlich so nicht zu belegen ist.

Die verwendeten Ergebnisse wegseher Mess- und Auswertungsmethoden orientieren sich weitgehend an bislang immer noch existierenden, politisch und wirtschaftlich motivierten Grenzwerten und Verordnungen, die a priori festlegen, was für den Menschen gesundheitsschädlich ist und was nicht.

Vielfach vorhandene Fallstudien mit deutlichen Hinweisen auf zumindest denkbare Wirkungen durch WEA-verursachte Infrschallimmissionen auch unterhalb von vordergründig interpretierten Wahrnehmungsschwellen werden ignoriert. Erklärungsansätze extraauraler und neurophysiologischer Wirkmechanismen werden erst gar nicht ernsthaft als Hypothesengrundlage zukünftiger wissenschaftlicher Arbeit in Erwägung gezogen, akustische und meteorologische Erkenntnisse über Ausbreitungsphänomene von Infrschall schlichtweg ignoriert.

Fehlende wissenschaftliche Erkenntnisse als „missing link“ für fälschlich psychologisch gedeutete Fallberichte gepaart mit behördlicher Unkenntnis und politischem Wegsehen dienen hier nach wie vor als Erklärungsgrundlage für fehlende gesundheitliche Relevanz von Infrschall durch WEA.

Das „Faktenpapier“ stellt also in seiner jetzigen Form keine wissenschaftliche Arbeit dar und eben auch keine Zusammenfassung des aktuellen Wissensstandes. Die vorliegende Fassung erscheint demnach ganz im Sinne der Windindustrie abgefasst zu sein.

Sie zeichnet sich durch Unterlassungen, unzulässige Verkürzungen, unbrauchbare Vergleiche und logische Fehler aus. 25% richtige Aussagen werden durch 75% unrichtige oder nicht belegte Feststellungen wertlos. Dies ist wissenschaftlich und gesellschaftlich gefährlich. Hier wird dann dem politisch Verantwortlichen eine Entscheidungshilfe an die Hand gegeben, die Wichtiges verschweigt und somit einen Prozess des Windkraftausbaus mit gutem Gewissen ermöglicht.

Ebenso ist es unerträglich, dass energiepolitische Zielvorgaben für einen Zeitraum von beinahe 40 Jahren zur flächendeckenden Einführung erneuerbarer Energien geplant werden ohne die gesundheitlichen Folgen einer so zwangsläufig zunehmenden gesundheitlichen Nebenwirkung der Energiewende gleichermaßen ins Kalkül zu nehmen. Energiegipfel werden ohne Beteiligung von Wissenschaftlern, die die gesundheitliche und auch umweltliche sowie klimatische Relevanz von Windkraftanlagen beurteilen können zu reinen wirtschaftspolitischen Planungsveranstaltungen degradiert. Das Wissen über den gesundheitlichen Flurschaden einer derart raumfüllenden Entwicklung und die erst mit Verzögerung einsetzende Zunahme chronischer Lärmerkrankungen wird am Ende ausreichen, deutlich zu machen, dass die Architekten der Energiewende den Gesundheitsschutz nicht im Blick hatten.

Damit ist es kaum zielführend sich hier auf eine differenzierte Diskussion einzulassen, insbesondere, da die Autoren offenbar ein weitgehend vorgefasstes Ergebnis anstreben. Trotzdem haben wir insgesamt zu jedem wichtigen Zitat des vorliegenden Papiers Stellung genommen. Ein wissenschaftlich ernsthafter Diskurs wie auf internationalen Kongressen zum Thema Lärm und Lärmbekämpfung geführt sieht jedoch anders aus und wird unsererseits auch im Umfeld unabhängiger internationaler Wissenschaft geführt. Wir werden daher nicht

aufhören, die größten und offensichtlichsten Fehldarstellungen bzw. Auslassungen zu thematisieren und zu veröffentlichen. Das Ergebnis dieses Faktenchecks ist **nicht** die Bescheinigung einer pauschalen Unbedenklichkeit von Windkraftanlagen. Politische Entscheider und Planer tun gut daran dies zu beachten.

Trotz alledem sehen wir in diesem ersten "Faktencheck" den möglichen Beginn eines wissenschaftlichen Dialogs. Am Ende muss Wissen geschaffen werden. Dies geschieht jedoch durch Forschung und nicht aus moderierter und publizierter Meinung.

Wir haben daher eine Forschungsskizze entworfen und werden diese in den ärztlichen und politischen Gremien weiter entwickeln und vorantreiben und am Ende in Forschung umzusetzen. Hierzu sind Kooperationsideen und Vorschläge aus der Expertenriege ausdrücklich erwünscht. Es gibt noch zu viel Ungeklärtes im Infraschallbereich, als dass durch „Faktenchecks“ ein Gesamtbild hergestellt werden könnte. Weiterhin hat es bislang noch keine wertneutrale, ergebnisoffene Untersuchung in großem Stil gegeben, die alle bislang kontroversen Konzepte in ihrem Forschungsansatz mit integrieren. Mit unserem Ansatz haben wir den Anfang gemacht dies zu ändern.

Wir erwarten, dass die von uns benannten und ausführlich begründeten Kritikpunkte ihren quantitativen Niederschlag finden, da wir ansonsten die zu erstellende endgültige Fassung auf keinen Fall mittragen können.

Weiterhin sollten weitere Meetings ohne Lobbyistenpublikum stattfinden. Eine "Arenadiskussion" mit Wissenschaftlern und Ärzten, die sich beginnen fachlich anzunähern und Wissen schaffen können und wollen, werden in einer künstlichen durch die Moderation angestachelten Wettbewerbsatmosphäre "Wer hat nun recht" gegeneinander ausgespielt. Dies geht über das normale Maß des wissenschaftlichen Disputes hinaus und schadet letztlich der Gesellschaft und den einzelnen Menschen, für die wir als Ärzte und Wissenschaftler tätig sind.

Die Abwehr von Gesundheitsschäden darf nicht einer politisch gewollten technischen Entwicklung geopfert werden, sondern muss zwingend mit dieser Schritt halten. Als Ärztinnen und Ärzte sehen wir uns in der Pflicht, die Menschen vor den gesundheitlichen Nachteilen einer zunehmenden Technisierung unserer Umwelt zu schützen. Wir werden immer wieder darauf hinweisen, dass gesundheitliche Schutzbereiche nicht verhandelbar sind und nicht zum politischen Tauschobjekt werden dürfen.

Wir bitten die Verantwortlichen dringend, den an Irrtümern und Katastrophen reichen Weg bei der Einführung neuer Technologien ohne Rücksicht auf den Schutz menschlicher Gesundheit nicht weiter zu beschreiten und ihre Entscheidungen am Wohl der Menschen dieses Landes auszurichten. Wir wollen vermeiden, dass Menschen auf Grund fehlender Risikovorsorge zu Kranken werden. **Wir appellieren an alle Beteiligten einen neuen umfassenderen Forschungsansatz zu unterstützen, um wirklich Wissen zu schaffen zum Nutzen aller Menschen.**



Dr. Eckhard Kuck

Ärzteforum Emissionsschutz Bad Orb



Dr. Thomas Carl Stiller

AEFIS Ärzte für Immissionsschutz

Quellenangaben

-
- ¹ Umweltbundesamt: Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall – Entwicklung von Untersuchungsdesigns für die Auswirkungen von Infraschall auf den Menschen durch unterschiedliche Quellen. FKZ-Nr. 3711 54 199, 2014
- ² Umweltbundesamt: Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall – Entwicklung von Untersuchungsdesigns für die Auswirkungen von Infraschall auf den Menschen durch unterschiedliche Quellen. FKZ-Nr. 3711 54 199, 2014
- ³ Wikipedia zur Definition der Machbarkeitsstudie
- ⁴ Turnbull, C. (2012). MEASUREMENT AND LEVEL OF INFRASOUND FROM WIND FARMS AND OTHER SOURCES, *Acoustics Au*, 40 No. 1, 45 – 50, 2012
- ⁵ Hohenwarter, D., & Mursch-Radlgruber, E. (2014). Nocturnal boundary layer profiles and measured frequency dependent influence on sound propagation
- ⁶ Ambrose, Stephen & Rand, Robert "Bruce McPherson Infrasound and Low Frequency Noise Study" 2011 www.wind-watch.org/documents/bruce-mcpherson-infrasound-and-low-frequency-noise-study
- ⁷ Detlef Krahe, Why is sharp-limited low-frequency noise extremely annoying? *The Journal of the Acoustical Society of America*, 2008, Vol. 123
- ⁸ Weiler, E., *Subliminale Beschallung*, Neuronet, (2005)
- ⁹ Krahe, D., *Low-Frequency Sound – a Special Sound*, (2013)
- ¹⁰ Salt, A.N. & Kaltenbach, J.A. (2011). Infrasound from Wind Turbines Could Affect Humans. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 31, 296–302.
- ¹¹ van den Berg, *The sound of high winds*, Dissertation, 2006
- ¹² R. Donner, U. Doppler, M. Haider, T. Hloch, M. Koller, *Lästigkeits- und Lautheitseinstufungen bei Hörermüdung und deren Rückbildung unter verschiedenen Lärmbelastungen*, *Sozial- und Präventivmedizin*, June 1980, Volume 25, Issue 3, pp 110-115
- ¹³ Ausbau Flughafen Frankfurt Main, Gutachten G12.1, Allgemeiner Teil, Entwicklung von Fluglärmkriterien für ein Schutzkonzept, Griefahn, B., Jansen, G., Scheuch, K., Spreng, M., 30. Juli 2004
- ¹⁴ K. PERSSON AND R. RYLANDER, DISTURBANCE FROM LOW-FREQUENCY NOISE IN THE ENVIRONMENT: A SURVEY AMONG THE LOCAL ENVIRONMENTAL HEALTH AUTHORITIES IN SWEDEN, *Journal of Sound and Vibration and Vibration*, 1988, Vol. 12, 339 – 345
- ¹⁵ R. Donner, U. Doppler, M. Haider, T. Hloch, M. Koller, *Sozial- und Präventivmedizin*, June 1980, Volume 25, Issue 3, pp 110-115
- ¹⁶ Schust, M. (2004). Effects of low frequency noise up to 100 Hz. *Noise and Health*, 6(23), 73.
- ¹⁷ Ebner, Fabian, Christian Eulitz, and Ulrich Möhler. "Approaches for a comprehensive determination and assessment of infrasound effects in Germany."
- ¹⁸ Genuit, K. (2007). Tiefe Frequenzen sind nicht gleich tiefe Frequenzen-Tieffrequente Geräuschanteile und deren (Lärm-) Wirkungen. *FORTSCHRITTE DER AKUSTIK*, 33(2), 939.
- ¹⁹ Phillips, C. V. (2011). Properly interpreting the epidemiologic evidence about the health effects of industrial wind turbines on nearby residents. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 31(4), 303-315.
- ²⁰ Alves-Pereira, Mariana, João Joanaz de Melo, Jersy Motylewski, Elzbieta Kotlicka, and Nuno AA Castelo Branco. "Legislation Hinders Research Into Low Frequency Noise." *Proc SSGRR 2003w*.
- ²¹ Lars Ceranna, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), *Der unhörbare Lärm von Windkraftanlagen*, 2006
- ²² Kelley, N. D., Hemphill, R. R., & McKenna, H. E. (1982). A methodology for assessment of wind turbine noise generation. *Journal of Solar Energy Engineering*, 104(2), 112-120.
- ²³ McMurtry, R. Y., & Krogh, C. M. (2014). Diagnostic criteria for adverse health effects in the environs of windturbines. *JRSM open*, 5(10), 2054270414554048
- ²⁴ N.D. Kelley, McKenna, H. E., Hemphill, R. R., Etter, C. L., Garrelts, R. L., & Linn, N. C. (1985). Acoustic noise associated with the MOD-1 wind turbine: its source, impact, and control. US Department of Energy.

-
- ²⁵ Nissenbaum, Michael A., Jeffery J. Aramini, and Christopher D. Hanning. "Effects of industrial wind turbine noise on sleep and health." *Noise and Health* 14, no. 60 (2012): 237.
- ²⁶ Paller, Claire. "Exploring the Association between Proximity to Industrial Wind Turbines and Self-Reported Health Outcomes in Ontario, Canada." (2014).
- ²⁷ Pierpont, N. (2009). *Wind turbine syndrome: A report on a natural experiment*. Santa Fe, NM, USA: K-Selected Books.
- ²⁸ R. K. Yin, *Case Study Research, Design and Methods*. Sage, 2nd edition, 1994
- ²⁹ Schalltechnischer Bericht der erweiterten Hauptuntersuchung, Uppenkamp und Partner im Auftrag von LANUW NRW, 11.11.2014