

# Faktenpapier Windenergie und Infraschall

Bürgerforum Energieland Hessen

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Die wichtigsten Erkenntnisse des Faktenpapiers auf einen Blick</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
3.1	Ausgangssituation	6
3.2	Faktencheck Infraschall	6
<b>4</b>	<b>Fachliche Grundlagen zu Infraschall</b>	<b>11</b>
4.1	Definition von Infraschall	12
4.2	Infraschallquellen	12
4.3	Ausbreitung und Messung	13
4.4	Wahrnehmung und Wirkung von Infraschall beim Menschen	13
<b>5</b>	<b>Infraschall und Windenergie</b>	<b>15</b>
5.1	Wieviel Infraschall geht von Windenergieanlagen aus?	16
5.2	Gesundheitliche Auswirkungen von Infraschall durch Windenergieanlagen	18
<b>6</b>	<b>Rechtliche Rahmenbedingungen und Vorsorge</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>Publikationen und Quellen</b>	<b>29</b>



# 1 Einführung

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

Der größte Beratungsbedarf seitens der Kommunen besteht bei der Planung von Windenergieanlagen. Dabei unterstützt das Bürgerforum bei technischen, planerischen und rechtlichen Fragestellungen, vor allem aber beim Umgang mit gegebenenfalls vor Ort auftretenden Konflikten. Das BFEH-Angebot wird für die Kommune nach intensiven Vorgesprächen und einer darauf aufbauenden Themenfeldanalyse auf ihre konkreten Bedürfnisse vor Ort zugeschnitten. Das BFEH ist somit flexibel bezüglich der besonders nachgefragten fachlichen Schwerpunkte (z. B. Artenschutz, Landschaftsbild oder Gesundheit) und der Formate - von großen Dialogveranstaltungen über Energie-Coaching bis hin zu Mediation und Konfliktbearbeitung im kleineren Kreis.

Themen von landesweiter Bedeutung wie z. B. Infraschall oder Wirtschaftlichkeit werden in zentralen Faktenklärungsprozessen, die ein Expertenhearing (Experten-Anhörung) umfassen, diskutiert und aufbereitet. Das Ergebnis eines solchen Prozesses ist das vorliegende Faktenpapier zum Thema Windenergie und Infraschall. Inhaltliche Grundlagen für das Papier sind Aussagen von führenden deutschen Expertinnen und Experten, die im Rahmen einer Experten-Anhörung eingebunden wurden.

Das Landesprogramm Bürgerforum Energieland Hessen wird im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (HMWEVL) von der HA Hessen Agentur GmbH umgesetzt, die sich dabei eng mit den Regierungspräsidien und dem Regionalverband FrankfurtRheinMain abstimmt. Drei Projektpartner (IFOK, DIALOG BASIS und Genius mit team ewen) übernehmen die Beratung vor Ort in den Kommunen und unterstützen diese bei Konflikten, z. B. durch Moderation oder Mediation. 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 für neue Kommunen weiterhin offen.



## 2 Die wichtigsten Erkenntnisse des Faktenpapiers auf einen Blick

- Aktuell durchgeführte Messungen zeigen, dass der Infraschall, der von betriebenen Windenergieanlagen ausgeht, bereits deutlich vor dem Erreichen der in Hessen geltenden Mindestabstände zu Ortslagen weit unterhalb der menschlichen Wahrnehmungsschwelle liegt.
- Es liegen insgesamt keine gesicherten wissenschaftlichen Erkenntnisse darüber vor, dass von Windenergieanlagen ausgehender Infraschall bei Einhaltung der in Hessen geltenden Mindestabstände zu gesundheitlichen Auswirkungen führen kann.
- Es existiert eine Vielzahl unterschiedlich starker, natürlicher und anthropogener Infraschallquellen (z. B. Meeresrauschen, Gewitter, Wärmepumpen, Kraftfahrzeuge oder Windenergieanlagen). Infraschall kann bei hohen Schalldruckpegeln oberhalb der Wahrnehmungsschwelle grundsätzlich negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben. Es wird daher empfohlen, die Grundlagenforschung im Bereich des Infraschalls und des tieffrequenten Schalls fortzusetzen bzw. zu verstärken.
- Die aktuelle Rechtsprechung und Genehmigungspraxis orientiert sich an derzeit gesicherten Erkenntnissen und sieht keinen Handlungsbedarf für den Gesetzgeber. Sollte es in Zukunft zu einer Weiterentwicklung des Rechtsrahmens kommen, wird empfohlen, eine gemeinsame Betrachtung von Infraschall und tieffrequentem Schall anzustreben. Auch bei der Ausgestaltung der Grundlagenforschung sollten beide Phänomene gemeinsam untersucht werden.

# 3

---

## Einleitung



## 3.1 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, Printmedien) vertreten Kritiker des Windenergieausbaus die Meinung, dass gesundheitliche Symptome wie beispielsweise Schlafstörungen, Herz- und Kreislaufprobleme, Unruhe, Reizbarkeit, Depressionen und Angstzustände durch Infraschall von Windenergieanlagen ausgelöst werden. Darüber hinaus kritisieren sie, dass die bisher vorliegenden gesetzlichen Regelungen, wie der Mindestabstand zum Siedlungsrand, unzureichend seien. 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 Risikoversorge verlangen sie, den Abstand von Windenergieanlagen zu Siedlungen deutlich zu erhöhen oder den weiteren Ausbau der Windenergie ganz einzustellen, bis gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse vorliegen.

Die Landesregierung nimmt diese Argumente und den allgemeinen Informationsbedarf zum Thema Windenergie sehr ernst. Der Faktencheck im Rahmen des landesweiten Programms Bürgerforum Energieland Hessen zum Thema Infraschall durch Wind-

energieanlagen 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.

## 3.2 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 unterschiedlicher 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. Das vorliegende Faktenpapier basiert einerseits auf den Aussagen der Expertinnen und Experten während der Veranstaltung in Wiesbaden, andererseits aber auch auf weiteren Abstimmungen der Expertinnen und Experten untereinander im Nachgang der Veranstaltung. Zudem sind die Ergebnisse einer öffentlichen Konsultation des ersten Entwurfs dieses Faktenpapiers nach Überprüfung durch die Expertinnen und Experten in das Faktenpapier eingeflossen.

Die Expertinnen und Experten beziehen sich in ihren Aussagen auf ihren aktuellen Wissensstand. Dieser umfasst die bekannten nationalen und auch internationalen Debatten und Studien. Das Faktenpapier spiegelt in erster Linie den Diskussionsstand des Expertenhearings wider. Es stellt keine Metaanalyse von Studien zum Thema Infrasschall dar.

Der Schwerpunkt des durchgeführten Faktenchecks lag auf einer wissenschaftlichen Bewertung des Phänomens Infrasschall durch Windenergieanlagen. Im Faktencheck wurde somit bewusst nur einer von vielen unterschiedlichen Aspekten der Auswirkungen von Windenergieanlagen auf ihre Umwelt betrachtet. Für eine abschließende Bewertung der Lärmbelästigung durch Windenergieanlagen ist eine ganzheitliche Betrachtung von Infrasschall, tieffrequentem und hörbarem Schall sinnvoll.

## Die Expertinnen und Experten



---

**Dipl. Ing. Christian Eulitz**  
Ingenieur, Möhler+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 Umweltbundesamts und Forschungsleiter für die aktuell laufende Studie „Ermittlung und Bewertung tieffrequenter Geräusche in der Umgebung von Wohnbebauung“ im Auftrag des Umweltbundesamts



---

**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 Umweltbundesamt



---

**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 Umweltbundesamts



---

**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. Bauordnungs- und Bauplanungsrecht, Fachplanungsrecht/Planfeststellungsverfahren, Raumordnungsrecht), Umweltrecht (z. B. Immissionsschutz-, Wasser-, Naturschutz- und Abfallrecht), Vergaberecht  
div. Veröffentlichungen zu umweltrechtlichen Themen



## 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 richten<sup>1</sup>. Die Zusammensetzung des Expertengremiums und des Panels sowie die Inhalte des zugrunde gelegten Fragenkatalogs wurden in Abstimmung mit einer Vielzahl beteiligter Gruppen, u. a. lokalen und regionalen Bürgerinitiativen gegen Windkraft, abgestimmt.

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.

## 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 Immissionschutz
5. Ludwig Sothmann, Mitglied im Präsidium des Deutschen Naturschutzrings
6. Peter Stephan, MdL, energiepolitischer Sprecher der CDU-Fraktion im Landtag Hessen<sup>2</sup>
7. Dr. Thomas Stiller, Bürgerinitiative pro Barterode, Vernunftkraft
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

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

<sup>2</sup> Eingeladen waren alle im Hessischen Landtag vertretenen Fraktionen.

# 4

---

## Fachliche Grundlagen zu Infraschall



## 4 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. Folgende 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 5 dargestellt.

### 4.1 Definition von Infraschall

Als Infraschall bezeichnet man Schallwellen mit Frequenzen unter 20 Hertz (Hz)<sup>3</sup>. Es handelt sich dabei um extrem tiefe Töne, die das menschliche Ohr nur bei sehr hohen Schallpegeln hören kann<sup>4</sup> (zu Wahrnehmung und Wirkung von Infraschall siehe Kapitel 4.4). 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 Hz<sup>5</sup>. Infraschall ist also der tiefste Teil im Frequenzspektrum des tieffrequenten Schalls.

### 4.2 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 zahlreiche künstliche Infraschallquellen in seiner Umwelt geschaffen. Die aktuelle Studie des Umweltbundesamts zu Wirkungen von Infraschall (UBA-Machbarkeitsstudie)<sup>6</sup> unterscheidet folgende künstliche Quellengruppen: Klima- und Lüftungsanlagen, Baumaschinen, Anlagen von Energieerzeugung und -transport (Windenergie- und 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 insgesamt eine von vielen Infraschallquellen in unserer Umgebung dar, denen der Mensch abhängig von seinem Aufenthaltsort ausgesetzt ist.

Natürlich erzeugter Infraschall (Beispiel: Meeresrauschen) kann durch das gleichzeitige Vorkommen von Tönen mittlerer und höherer Frequenzen, die den Infraschall „maskieren“, weniger belästigend wirken, als der durch den Menschen erzeugte Infraschall. Künstlich erzeugter Infraschall kann besondere tonale oder zeitliche Merkmale aufweisen und damit die Aufmerksamkeit des Menschen stärker auf sich ziehen.

<sup>3</sup> 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.

<sup>4</sup> Im Frequenzbereich unter 20 Hz (Infraschall) besteht keine ausgeprägte Hörempfindung mehr, da 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.

<sup>5</sup> Nach DIN 45680. Siehe auch Kapitel 6 Rechtliche Rahmenbedingungen und Vorsorge

<sup>6</sup> Krahé, D., Schreckenberg, D., Ebner, F., Eulitz, C., Möhler, U. (2014), Umweltbundesamt (Hrsg.): Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall

## 4.3 Ausbreitung und Messung

Infraschall (< 20 Hz) hat andere Eigenschaften als Schall mit höheren Frequenzen. Die Übertragung erfolgt mit einer Wellenlänge von 340 Metern bei 1 Hz, bis 17 Meter bei 20 Hz, durch die Luft (Luftschall) und durch Schwingungen in Festkörpern (Körperschall). 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. Physikalisch betrachtet verteilt sich bei einer Verdopplung der Entfernung die Schallenergie bei einer kugelförmigen Ausbreitung auf die vierfache Fläche und der Pegel verringert sich um ca. 6 Dezibel (dB). Aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse deuten jedoch darauf hin, dass das Modell der kugelförmigen Ausbreitung von Schall für Windenergieanlagen möglicherweise zu hinterfragen ist: Modellberechnungen ergeben, dass bei Entfernungen von über einem Kilometer eine Abnahme von 3 dB statt 6 dB pro Abstandsverdopplung erfolgt, was durch Messungen gestützt wird. In Gebäuden kann Infraschall durch Resonanzen und Interferenzen verstärkt werden<sup>7</sup>.

Für die Beurteilung der Wirkungen von Infraschall auf den Menschen eignet sich die in der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm)<sup>8</sup> übliche A-Bewertung des Schalldruckpegels<sup>9</sup> nicht. Nach Ziffer 7.3 der TA Lärm hat deshalb eine besondere

Berücksichtigung tieffrequenter Geräusche zu erfolgen<sup>10</sup>. Infraschall 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 oder einer Tür Infraschall erzeugt.

## 4.4 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 Schalldruckpegeln, die deutlich oberhalb der Hörschwelle liegen, auch mit anderen Organen als Vibrationen und Pulsationen wahrgenommen werden, wie z. B. in Lunge, Nase oder Stirnhöhlen.

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

<sup>7</sup> 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.

<sup>8</sup> 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.

<sup>9</sup> 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.

<sup>10</sup> Siehe auch Kapitel 6 Rechtliche Rahmenbedingungen und Vorsorge

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 dB 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 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 Hz die Hörschwelle bei 71 dB und die Wahrnehmungsschwelle bei 68,5 dB. Bei einem Ton mit der sehr tiefen Frequenz von 8 Hz steigt die Hörschwelle auf 103 dB und die Wahrnehmungsschwelle auf 100 dB an. In der aktuellen Diskussion um die Wirkung von Schall auf den menschlichen Organismus wird zunehmend die Wahrnehmungsschwelle als relevantes Kriterium herangezogen<sup>11</sup>; 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 Schalldruckpegeln 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 gilt zunehmende Müdigkeit nach mehrstündiger Exposition (Beschallung) gegenüber Infraschall an der

Grenze zur Hörbarkeit 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 Schlafs beobachtet, wobei die wissenschaftlichen Belege für diese Wirkungen nicht so eindeutig sind wie bei der Betrachtung von Lärmwirkungen (Hörschall). Bei sehr hohen Schalldruckpegeln von über 140 dB kann Infraschall zu Gehörschäden und ab 185 dB sogar zu Schäden am Trommelfell führen (weitere Informationen zum Thema Gesundheit finden sich in Kapitel 5.2).

Negative Auswirkungen von reinem Infraschall auf den Menschen konnten bisher nur wissenschaftlich abgesichert belegt werden, wenn die Hör- bzw. Wahrnehmungsschwelle bei den jeweiligen Frequenzen überschritten wurde. In einigen Untersuchungen, die Wirkungen auch bei Werten unterhalb der Hör- bzw. Wahrnehmungsschwelle beschrieben haben, lagen gleichzeitig Schallanteile im tieffrequenten Bereich oberhalb der Hörschwelle vor, die damit die plausible Ursache für die beobachtete Wirkung darstellen<sup>12</sup>. In Studien, in denen ausschließlich Infraschall unterhalb der Hörschwelle vorlag, konnten keine gesundheitsschädlichen Wirkungen auf den Menschen beobachtet werden<sup>13</sup>.

<sup>11</sup> Die Hörschwelle gilt als Anhaltswert im Beiblatt 1 der aktuellen Version der DIN 45680 (siehe Kapitel 6 Rechtliche Rahmenbedingungen und Vorsorge). Im neuen Entwurf der DIN 45680 von September 2013 wird als Anhaltswert nicht mehr die Hörschwelle, sondern die Wahrnehmungsschwelle zugrunde gelegt. Die neue DIN legt somit strengere Maßstäbe an.

<sup>12</sup> Krahe, D., Schreckenberg, D., Ebner, F., Eulitz, C., Möhler, U. (2014), Umweltbundesamt (Hrsg.): Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall

<sup>13</sup> Hinweis von Herrn Prof. Krahe: 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.

# 5

---

## Infraschall und Windenergie

## 5.1 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 4.2). 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 Megawatt (MW) zeigen, dass der Infraschalldruckpegel auch im Nahbereich bei Abständen zwischen 150 und 300 Metern (m) deutlich unterhalb der menschlichen Hör- bzw. Wahrnehmungsschwelle liegt<sup>14</sup> (siehe Abbildungen 1 und 2).

Andere Messungen kommen ebenfalls zu vergleichbaren Ergebnissen. So wurden bei Langzeitmessungen an einer 1,5 MW-Anlage ab 600 m nur sehr geringe Infraschallwerte gemessen, 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 wissenschaftlichen Beleg (z. B. Messbericht) für einen tatsächlich auf Infraschall zurückzuführenden Immissionskonflikt aus dem Umfeld von bestehenden Windenergieanlagen<sup>15</sup>.

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 Infraschalldruckpegel nicht mehr nennenswert erhöht<sup>16</sup> (siehe Abbildung 3). Bei weiteren Untersuchungen konnte ab einer Entfernung von 600 m<sup>17</sup> oder bei Messungen in 1.200 m Entfernung<sup>18</sup> 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 (WEA).

---

<sup>14</sup> Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (2014): Tieffrequente Geräusche und Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen. Im Rahmen des Messprojekts der LUBW wurden Frequenz- und Schmalbandanalysen aller gemessenen Windenergieanlagen durchgeführt. Deutlich wurde, dass das gemessene Geräuschmuster im Infraschall im Abstand von 700 Metern nicht mehr zu erkennen ist, sondern praktisch aufgelöst wird. Es ist weder subjektiv noch objektiv als Lärmbelästigung wahrnehmbar und unterscheidet sich von dem z. T. im hörbaren Bereich auftretenden, wahrnehmbaren periodischen Geräusch der Windenergieanlage. Die Messungen erfolgten ab 0,8 Hz.

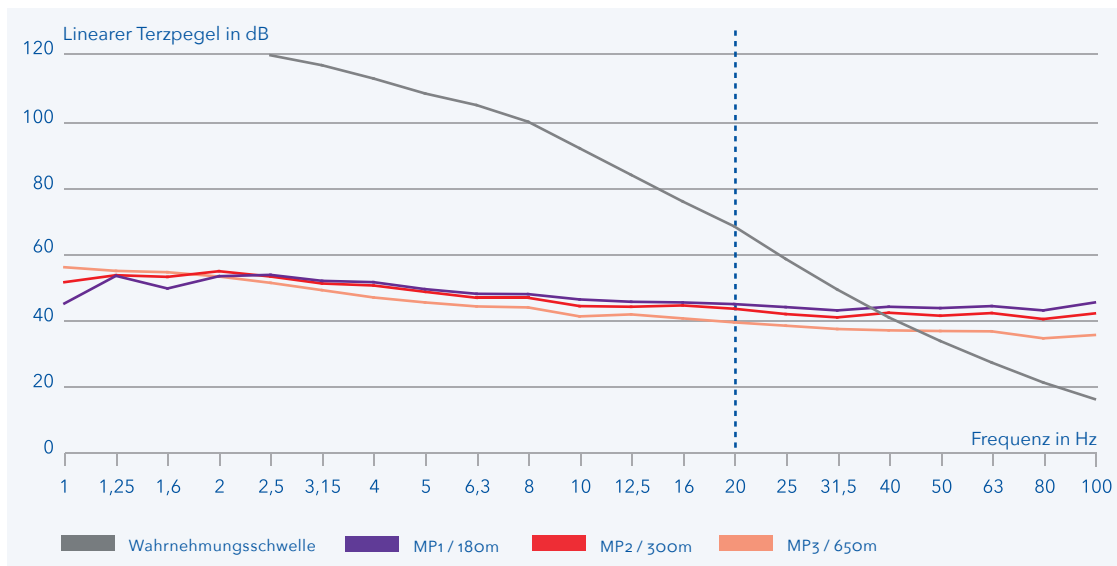
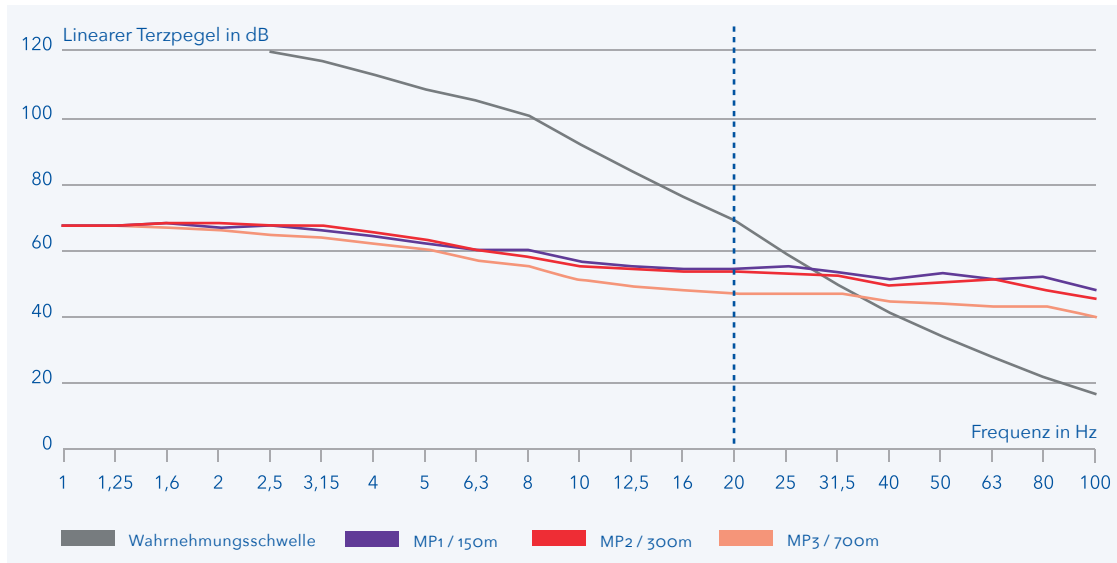
<sup>15</sup> Eulitz, C., berichtet aus den Untersuchungen der Möhler+Partner Ingenieure AG im Rahmen der Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall im Auftrag des Umweltbundesamts.

<sup>16</sup> Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (2014): Tieffrequente Geräusche und Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen

<sup>17</sup> 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

<sup>18</sup> Herr, C., Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, Bayern (2014): mündliche Mitteilung





Abbildungen 1 und 2: Vergleichende frequenzabhängige Darstellung in verschiedenen Abständen (MP= Messpunkt) bei einer eingeschalteten 2 MW-WEA (oben) und einer eingeschalteten 3,2 MW-WEA (unten). Der Schallpegel wird als linearer Terzpegel, d. h. unbewertet in dB, angegeben. (Quelle: Daten des LUBW Zwischenberichts Messprojekt 2013-2014, Seite 19 und 32, eigene Darstellung)

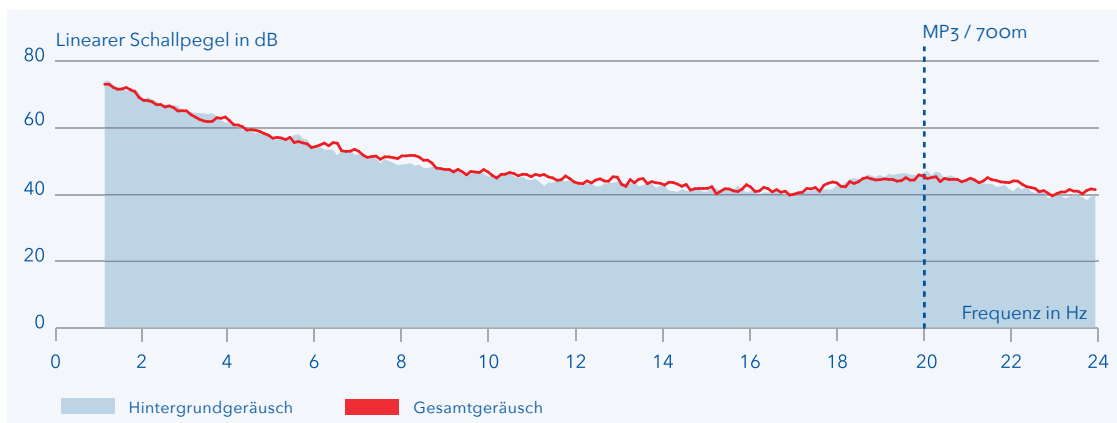


Abbildung 3: Eingeschaltete 2 MW-WEA mit Hintergrundgeräusch in 700 m Entfernung (Quelle: Daten des LUBW Zwischenberichts Messprojekt 2013-2014, Seite 17, eigene Darstellung)

## 5.2 Gesundheitliche Auswirkungen von Infraschall durch Windenergieanlagen

Messtechnisch kann also nachgewiesen werden, dass von Windenergieanlagen Infraschall ausgeht. Die festgestellten Infraschalldruckpegel 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 4.4). Laut Aussage von Prof. Krahe ist bei Schallpegeln weit unterhalb der Wahrnehmungsschwelle (und unter Berücksichtigung der möglichen individuellen Schwankungen dieser Schwelle um ca. 10-15 dB) ein Zusammenhang zwischen dem physikalischen Reiz durch den Infraschall einer Windenergieanlage und einer extraauralen Wirkung kaum wahrscheinlich. Wie die Abbildungen 1, 2 und 4 zeigen, liegt der durch Windenergieanlagen abgegebene Infraschall – anders als der tieffrequente Schall – auch unter Berücksichtigung der individuellen Wahrnehmung deutlich mehr als 15 dB unterhalb der Wahrnehmungsschwelle.

In einer Studie, die gesundheitliche Belastungen beim Menschen durch hörbaren Schall untersucht hat, konnten keine Symptome, wie z. B. Schwindel, gefunden werden, die eindeutig mit Infraschallwirkungen in Verbindung gebracht werden konnten<sup>19</sup>. Auch die UBA-Machbarkeitsstudie zeigt keine Untersuchungen auf, die gesundheitliche Belastungen ausschließlich auf Infraschall zurückführen. Ein wissenschaft-

lich 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, da 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 umweltsychologische 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 führen<sup>20</sup>.

### Die Bedeutung des Abstands zu Windenergieanlagen in Bezug auf Infraschall

Grundsätzlich ist festzustellen, dass sich der Schalldruckpegel mit zunehmendem Abstand zur Quelle verringert (siehe Kapitel 4.3). 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. Genaue Aussagen könnten nur Messungen in der konkreten Situation vor Ort liefern. Eine jeweilige Einzelmessung

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

<sup>20</sup> ebenda



wird jedoch aufgrund der aktuellen Faktenlage als nicht erforderlich angesehen, da alle bisherigen Messungen von Infraschall durch Windenergieanlagen ergeben haben, dass der Infraschallpegel schon in geringen Entfernungen weit unterhalb der Wahrnehmungsschwelle bleibt.

Legt man die bisher bekannten wissenschaftlichen Erkenntnisse und Messergebnisse von Infraschall durch Windenergieanlagen zugrunde, 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<sup>21</sup>.

### Internationale Studien zu Infraschall durch Windenergieanlagen

Auch eine Vielzahl internationaler Studien beschäftigt sich mit Infraschall von Windenergieanlagen. Diese Studien sind den Expertinnen und Experten bekannt. Sie weisen darauf hin, dass diese aufgrund unterschiedlicher Methodik und Herangehensweisen, zum Teil unzureichender Dokumentation der Forschungsdesigns oder 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 Hörschwelle<sup>22</sup>. Diese Erkenntnisse wurden im Tierversuch an Meerschweinchen gewonnen und können

laut den Expertinnen und Experten nicht eins zu eins auf den Menschen übertragen werden. Auch ist hier die gesundheitliche Relevanz ungeklärt: Denn messtechnisch erfassbare Effekte müssen nicht zwangsläufig zu gesundheitlichen Auswirkungen führen.

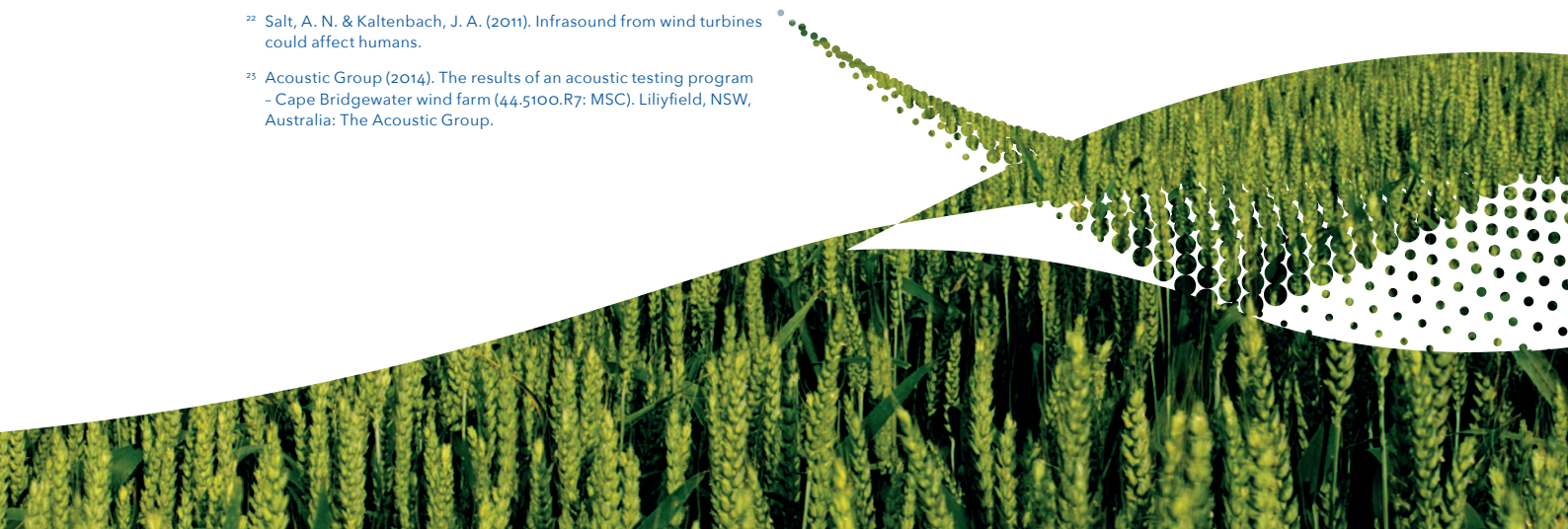
Das oft zitierte „Wind-Turbinen-Syndrom“ – ein Begriff eingeführt von Dr. Nina Pierpont, USA – beschreibt Symptome eines Krankheitsbildes, das bei Menschen auftreten können soll, die in der Nähe von Windenergieanlagen wohnen. Hierbei handelt es sich laut Aussage der Expertinnen und Experten vor allem 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 jedoch zumindest Anhaltspunkte für weitere Untersuchungen an großen Stichproben, in denen die Messung von Infraschall und tiefrequentem Schall mit der Befragung von Anwohnern kombiniert werden sollte.

Eine aktuelle Veröffentlichung aus Australien könnte darauf 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<sup>23</sup>. Allerdings muss hier beachtet werden, dass es

<sup>21</sup> Zu empirischen Befunden zur Abstandsfrage siehe auch: Hübner, G. & Pohl, J. (2015). Mehr Abstand – mehr Akzeptanz?

<sup>22</sup> Salt, A. N. & Kaltenbach, J. A. (2011). Infrasound from wind turbines could affect humans.

<sup>23</sup> Acoustic Group (2014). The results of an acoustic testing program – Cape Bridgewater wind farm (44.5100.R7: MSC). Lilyfield, NSW, Australia: The Acoustic Group.



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 der Studie selbst sehen keinen Anlass für die Überarbeitung der Gesetzes- und Genehmigungslage. Die Ergebnisse werden von ihnen ausdrücklich kritisch betrachtet und als vorläufig bezeichnet<sup>24</sup>. Die Studie gibt jedoch Hinweise auf Themen für weitere, vertiefende Untersuchungen.

In Dänemark wurde Anfang 2014 eine etwa dreijährige Studie zur Beziehung von Lärm durch Windenergieanlagen und Auswirkungen auf die Gesundheit im Auftrag des Ministeriums für Klima, Energie und Bau und des Ministeriums für Gesundheit und Prävention begonnen. Da es anhand der existierenden wissenschaftlichen Grundlage keinen Beleg dafür gibt, dass Windräder negative Auswirkungen auf die Gesundheit haben, hat das dänische Ministerium für Klima,

Energie und Bau bekannt gegeben, dass die Planung von Windrädern während des Untersuchungszeitraums fortgesetzt werden kann. Manche Kommunen warten mit der Planung ab, bis das Ergebnis der Studie vorliegt, viele Kommunen planen aber weiterhin den Ausbau von Windkraft. Das heißt, dass der Ausbau der Windkraft nicht stagniert. Das Anfang des Jahres 2015 in deutschen Medien und im Internet viel zitierte „dänische Moratorium“ existiert nicht. Das belegen auch aktuelle Zahlen: Im Jahr 2014 wurden Onshore-Windenergieanlagen mit einer Kapazität von 106 MW errichtet und Anlagen mit einer Kapazität von insgesamt 29 MW demontiert. Der Rückgang beim Ausbau im Vergleich zum Jahr 2013 kann unter anderem durch veränderte Tarifbestimmungen seit dem 1. Januar 2014 begründet werden. Das Kompetenzzentrum für Landwirtschaft und Pelztiere kann Berichte über negative Auswirkungen für die Produktion von Nerzen – selbst bei einem Abstand von nur 200 Metern zu Windrädern – nicht bestätigen. In Dä-

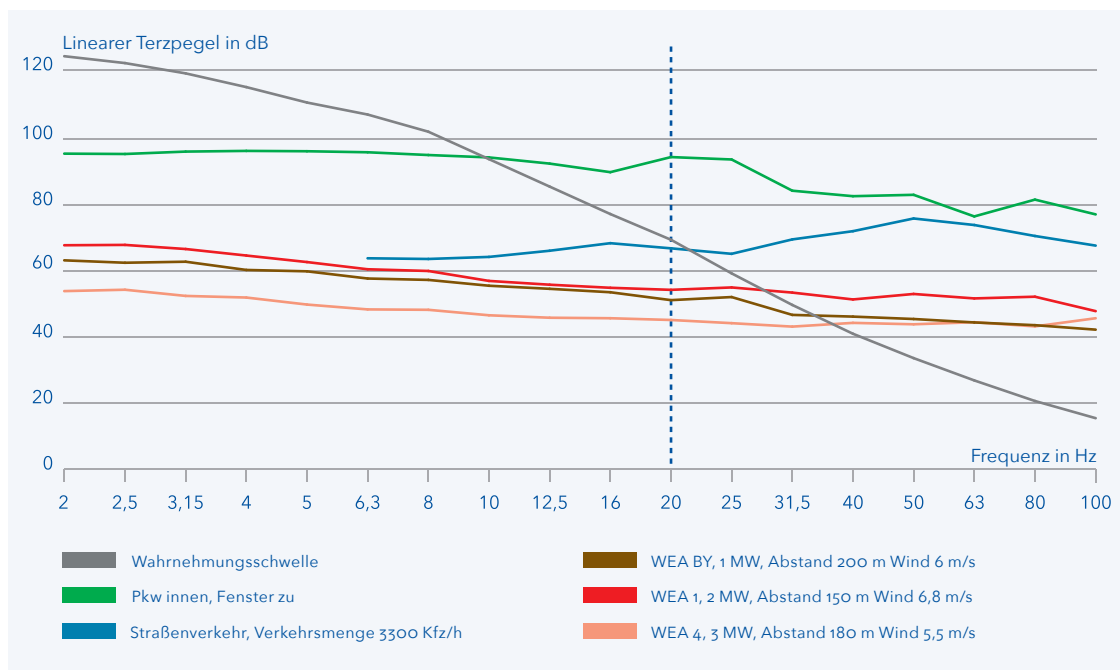


Abbildung 4: Vergleich unterschiedlicher Quellen und Situationen hinsichtlich Infraschall und tieffrequenten Geräuschen von 2 bis 100 Hz. Der Schallpegel wird als linearer Terzpegel, d. h. unbewertet in dB angegeben. (Quelle: Daten des LUBW Zwischenberichts Messprojekt 2013-2014, Seite 11, eigene Darstellung)

<sup>24</sup> Die von den Autoren selbst vorgenommenen Einschränkungen fehlen z. T. in einer in Deutschland im Internet verbreiteten Zusammenfassung.

nemark gilt derzeit eine 4H-Abstandsregelung<sup>25</sup>, also ein Abstand, der der vierfachen Höhe der Windenergieanlage entspricht (ca. 800 Meter).

### Windenergieanlagen im Vergleich zu anderen Infraschallquellen und 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 Energietransports zu Beschwerden über Infraschall und tieffrequente Geräusche führten (33 % der Fälle). 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<sup>26</sup>.

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-Pkws gemessen und liegen um mehrere Größenordnungen über den ansonsten im Straßenverkehr oder an Windenergieanlagen gemessenen Werten<sup>27</sup>.

Frau Prof. Herr und Frau Prof. Hornberg regten an, die Diskussion auch aus umweltmedizinischer Sicht vor dem Hintergrund anderer Energieformen zu führen. 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. Da die Gesellschaft sich für bestimmte Energieformen entscheiden muss, kann dies ein Entscheidungskriterium sein.

### 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 umweltpsychologischer Perspektive gemeinsam zu betrachten und dabei auch das Zusammenwirken von Erschütterungen (durch Körperschall) und Luftschall<sup>28</sup> sowie besondere zeitliche Verläufe von Expositionen in die 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)<sup>29</sup>.

<sup>25</sup> Quelle: Mitteilung der Dänischen Botschaft Berlin (April 2015) (siehe auch <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/249729/>).

<sup>26</sup> Krahé, D., Schreckenberg, D., Ebner, F., Eulitz, C. & Möhler, U. (2014), Umweltbundesamt (Hrsg.): Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall

<sup>27</sup> Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): (2014): Tieffrequente Geräusche und Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen

<sup>28</sup> Siehe Kapitel 4.3 Ausbreitung und Messung

<sup>29</sup> Krahé, D., Schreckenberg, D., Ebner, F., Eulitz, C., Möhler, U. (2014), Umweltbundesamt (Hrsg.): Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall

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 hierzu Ergebnisse vorliegen sowie mehr Erkenntnisse zu Wirkungen von Geräuschen bekannt sind, die von Windenergieanlagen ausgehen, empfiehlt Herr Prof. Krahe, diese nur in einem größtmöglichen Abstand zur Wohnbebauung zu errichten.

Aus Sicht von Frau Prof. Herr führt der Betrieb von Windenergieanlagen in den relevanten Abständen zu Immissionsorten zu keiner wesentlichen Erhöhung der Infraschallexposition, was auch das aktuelle Messprogramm der LUBW gezeigt hat<sup>30</sup>. Auf Basis dieser Erkenntnisse erscheinen Windenergieanlagen daher nicht geeignet, um gesundheitliche Wirkungen spezifisch von Infraschall zu untersuchen.

Trotz des grundsätzlich benannten Forschungsbedarfs 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.

---

<sup>30</sup> Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.)(2014): Tieffrequente Geräusche und Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen

# 6

---

## Rechtliche Rahmen- bedingungen und Vorsorge

## 6 Rechtliche Rahmenbedingungen und Vorsorge

Die Bewertung und Beurteilung von tiefrequenten 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 tiefrequenten Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft“ von 1997. Ein Entwurf zur Überarbeitung der DIN 45680 liegt vor<sup>31</sup>.

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 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. Aus der Rechtsprechung ist bislang kein rechtskräftig abgeschlossener Fall zur Genehmigung von Windenergieanlagen bekannt, in dem das Argument einer Beeinträchtigung oder Gesundheitsschädigung durch 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 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 bei Klagen gegen Windenergieanlagen 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 selbst 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

<sup>31</sup> Krahe, D. & Borgmann, R. (2012). Entwurf zur Überarbeitung der DIN 45680. DAGA 2012.



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 Meter 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 ist<sup>32</sup>.

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.

---

<sup>32</sup> gemäß Nr. 5.1 TA Lärm





7

Zusammenfassung

# 7 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 z. B. 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 sowie 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 Schalldruckpegeln 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, d. h. vom Menschen wahrgenommen werden zu können.

**Welche Auswirkungen hat Infraschall auf die Gesundheit?** Infraschall kann bei sehr hohen Schalldruckpegeln schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben. Zunehmende Müdigkeit und Abnahme der Atemfrequenz gelten beispielsweise als ge-

sicherte Infraschallwirkung. Sie treten nach aktuellen Erkenntnissen beim Menschen erst auf, wenn die Hörschwelle bei den jeweiligen Frequenzen überschritten wird.

**Wieviel Infraschall geht von Windenergieanlagen aus?** Windenergieanlagen erzeugen bereits deutlich vor dem Erreichen der gesetzlichen Mindestabstände nur Infraschalldruckpegel, die weit unterhalb der Hör- oder Wahrnehmungsschwellen liegen. Nach aktuellen Messungen unterschreitet Infraschall durch Windenergieanlagen bereits bei Abständen von 150 bis 300 Metern deutlich die Wahrnehmungsschwelle und ist somit durch den Menschen nicht wahrnehmbar. Verschiedene Messungen in Abständen von 600, 700 und 1.200 Metern 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 Infraschalldruckpegel bereits bei niedrigen Entfernungen weit unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen liegen, haben sie keine negativen Wirkungen auf die menschliche Gesundheit. Es gibt bisher keine wissenschaftlich abgesicherten Studien, die zeigen, dass Infraschall auch unterhalb der Hör- oder Wahrnehmungsschwelle gesundheitliche Wirkungen haben kann.

**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 Forschungsbedarfs sind sich die Expertinnen und Experten einig, dass die

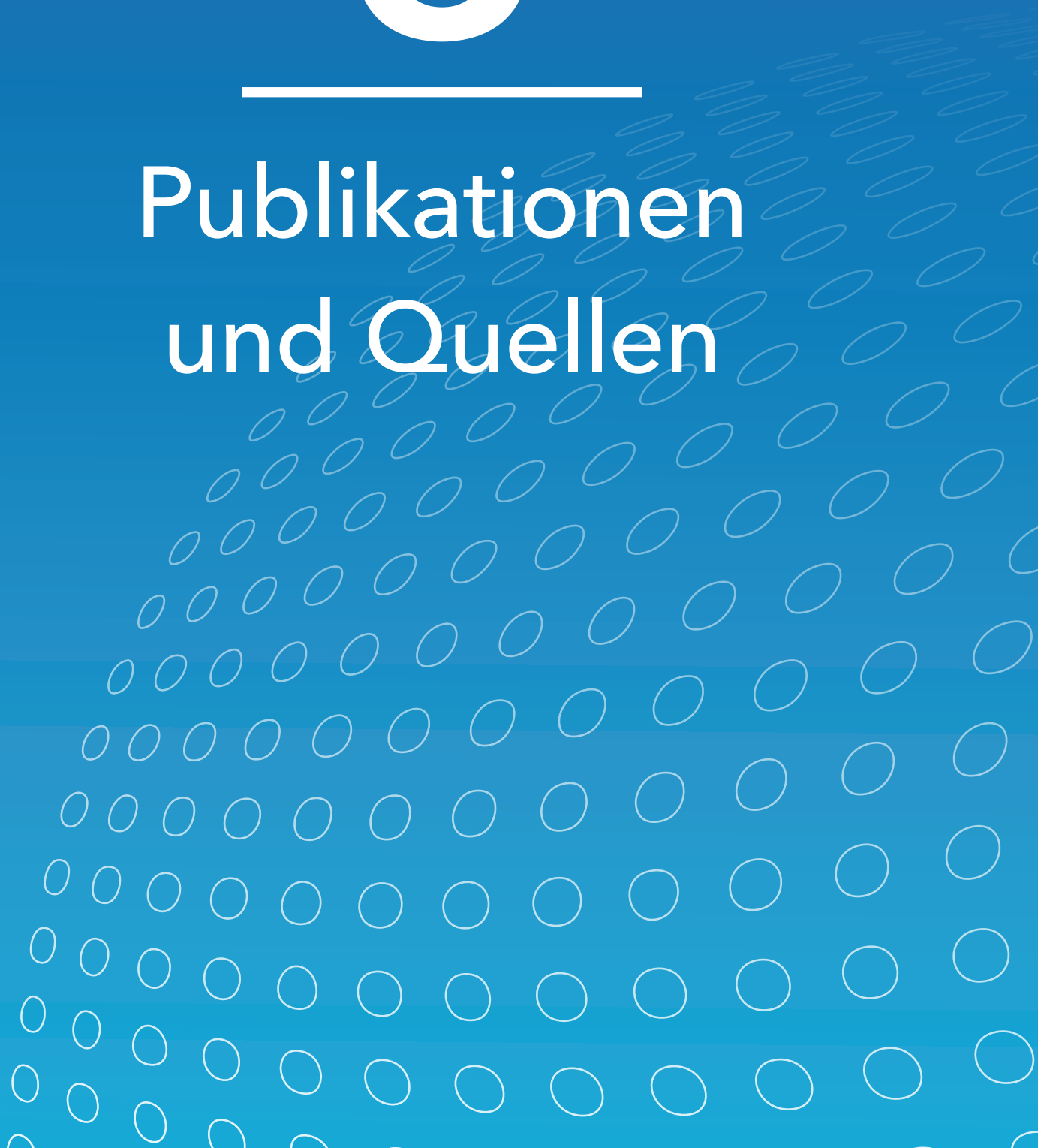
aktuellen Erkenntnisse und vorliegenden Daten keine hinreichend belastbaren Befunde zum Thema Infraschall bei Windenergieanlagen liefern, die klar für eine Gesundheitsgefährdung sprechen.

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

# 8

---

## Publikationen und Quellen



## 8 Publikationen und Quellen

Acoustic Group (2014). **The results of an acoustic testing program - Cape Bridgewater wind farm (44.5100.R7: MSC). Liliyfield, NSW, Australia: The Acoustic Group.**

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), Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). **Materialien Nr. 63 Windenergieanlagen und Immissionsschutz.**

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.

Hübner, G. & Pohl, J. (2015). **Mehr Abstand - mehr Akzeptanz?** Berlin: Fachagentur Windenergie an Land. [als PDF erhältlich unter <http://www.fachagentur-windenergie.de/services/veroeffentlichungen.html>]

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

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?**

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

Pohl, J., Gabriel, J. & Hübner, G. (2014). **Untersuchung der Beeinträchtigung von Anwohnern durch Geräuschmissionen 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/ab/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.

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

**Herausgeber**

HA Hessen Agentur GmbH im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung

**Stand:** Mai 2015

**Gestaltung:** LABOR – Agentur für moderne Kommunikation GmbH

**Redaktion:** IFOK GmbH

**Bildnachweise**

Seite 2, 3: © wajan / fotolia.com, Seite 8, 9: Bürgerforum Energieland Hessen Expertenhearing in Wiesbaden 2014 © Hessen Agentur, Fotograf Roland Grün, Seite 8: Bild 1, 3 © Hessen Agentur, Fotograf Roland Grün, Bild 2 © privat, Seite 9: Bild 1 © privat, Bild 2, 3 © Hessen Agentur, Fotograf Roland Grün, Seite 18, 19: Windräder © Christian Reimer / flickr.com, Seite 24, 25 Windpark © Ezio Gutzemberg / fotolia.com

## Ihr Ansprechpartner

Dr. Rainer Kaps  
HA Hessen Agentur GmbH  
Konradinallee 9  
65189 Wiesbaden  
Telefon: +49 611 / 95017-8471  
E-Mail: [Rainer.Kaps@hessen-agentur.de](mailto:Rainer.Kaps@hessen-agentur.de)



**HessenAgentur**

HA Hessen Agentur GmbH