

Informations- und Positionspapier zum Themenkomplex „Schall / Infraschall - ein planerisch zu bewältigender Aspekt bei der Standortplanung bzw. Genehmigung von Windkraft- anlagen“ (Arbeitsstand: 20.12.2012)



Zweckverband
Großraum
Braunschweig

Gliederung des Papiers

1. Einleitung
2. Feststellungen (entsprechend dem Prüfungs- / Bearbeitungsstand des ZGB v. 20.12.12)
3. Schall bzw. Infraschall - Definitionen
4. Quellen und Ausbreitung von Infraschall
5. Windenergieanlagen und Infraschall
6. Menschliche Wahrnehmung von Infraschall
7. Auswirkung von Infraschall auf den Menschen
8. Immissionsschutzrechtliche Anforderungen an die Genehmigungsfähigkeit von Windkraftanlagen
 - a. Anwendbarkeit der TA Lärm auf WKA und Rechtsnatur
 - b. Das Sonderthema Infraschall
9. Rechtsprechung zu den Gesundheitsgefährdungen von Infraschall
10. Quellenangaben

1. Einleitung

Windenergienutzung in Nachbarschaft von hunderttausenden dort wohnenden Menschen ist im Bereich des Zweckverbandes Großraum Braunschweig seit fast zwei Jahrzehnten ganz normale Realität. Die Windenergie gehört zu den erneuerbaren Energien. Ihre Erzeugung ist klimafreundlich und sie hat viele weitere Vorzüge gegenüber konventionellen, d. h. vor allem fossilen oder atomaren Energieerzeugungsformen. Doch auch Windenergie ist nicht zum Nulltarif zu haben. Gleichwohl ist die Windenergienutzung trotz Ihrer Auswirkungen auf Mensch, Umwelt und Landschaftsbild mittlerweile überwiegend von Akzeptanz geprägt.

Der Ausbau der Windenergienutzung hat in den letzten Jahren einen dynamischen Verlauf genommen. Dies wird, wenn die bundes- und landespolitischen Vorgaben zum Klimaschutz und der Energiewende ernstgenommen werden, bis auf Weiteres auch so bleiben. So soll nach der gesetzgeberischen Entscheidung im „Erneuerbare Energien Gesetz“ (EEG) der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung bis zum Jahr 2020 auf mindestens 30 v. H. und danach kontinuierlich weiter erhöht werden. Bei der Stromerzeugung aus regenerativen Energien kommt der Windenergienutzung, sowohl Off- wie Onshore, eine besondere Bedeutung zu.

Beim Ausbau der Windenergienutzung handelt es sich nicht zuletzt um eine Gradwanderung: Einerseits sind die genannten politisch und gesetzlich terminierten Ausbau-Zielsetzungen zu konstatieren. Mit einer dezentral strukturierten Energieversorgung sind des Weiteren Chancen wirtschaftlicher Entwicklung und von Wertschöpfung in den Regionen verbunden.

Andererseits verursachen die Errichtung und der Betrieb von WKA negative Umwelteinwirkungen im Umfeld.

Dass WKA Geräusche erzeugen, ist bekannt und wird bei der Suche nach geeigneten Standorten für die Windenergienutzung und speziell bei der Anlagengenehmigung im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben – wie andere immissionsschutzrechtliche Aspekte auch - berücksichtigt. Im Zusammenhang mit der Errichtung und dem laufenden Betrieb, aber auch bereits im Vorfeld bei der Planung von WKA in der Nachbarschaft zur Wohnbebauung gibt es im Zuge dessen immer wieder Beschwerden und Befürchtungen und zwar nicht nur wegen des hörbaren mittel- und hochfrequenten, sondern auch wegen des tieffrequenten Schalls.

Bemerkenswert ist dabei, dass die Geräuschquellen i.d.R. den gesetzlich bzw. den von der Rechtsprechung geforderten Mindestabstand einhalten. Angesichts dessen hat sich neuerdings das Interesse verstärkt dem tieffrequenten Schall zugewendet, wobei - meistens etwas unscharf - von Infraschall gesprochen wird.

Bei Infraschall handelt es sich um tieffrequente Schallemissionen. Als tieffrequent wird überwiegend der Bereich von unter 100 Hertz bezeichnet; jedoch wird im Allgemeinen nur der Schall mit einer Schwingungszahl von unter 20 Hertz als Infraschall angesehen (ausführlicher siehe unter Pkt. 3). Mitunter verwirrend ist, dass gelegentlich auch tieffrequenter Schall von über 20 Hertz als Infraschall bezeichnet wird. Im Falle einer solchen begrifflichen Ausdehnung muss jedoch Infraschall vom unhörbaren bzw. hörbaren Infraschall unterschieden werden.

Vorgenannte, den tieffrequenten Schall betreffende Befürchtungen werden insbesondere von Windkraftanlagegegnern schon seit vielen Jahren bundesweit und auch aktuell im Rahmen des laufenden Verfahrens zur 1. Änderung des Regionalen Raumordnungsprogramms (RROP) 2008 zur „Weiterentwicklung der Windenergienutzung“ punktuell vorgetragen. Darüber hinaus werden von diesem Personenkreis - unter Verweis auf angeblich geänderte Verwaltungsvorschriften (TA Lärm) bzw. in Änderung befindliche Normen (DIN 45680) zum tieffrequenten Schall - „Papiere“ verfasst, die sich mit dem Themenfeld auseinandersetzen. Abgezielt wird dabei auf ein von tieffrequenten Schall [vermeintlich] ausgehendes Gesundheitsgefährdungspotenzial. In der Folge wird von dort eingefordert, dass neue WKA gegenüber Wohnbebauung deutlich größere Abstände von beispielsweise drei oder mehr Kilometern – als die bislang in der Konzeption des ZGB vorgesehene Mindestabstände von 1000 Meter zu geschlossener Bebauung und von 500 Meter zu Einzelhausbebauung im bauplanungsrechtlichen Außenbereich - einhalten müssten. Sollten solche Abstandsforderungen zum Tragen kommen, wäre im gesamten Bundesgebiet ein weiterer Ausbau der Windenergienutzung nur noch in großräumig unbewohnten Gebieten möglich. Nicht nur deshalb wird auch dieses Themenfeld - wie alle anderen - mit Sorgfalt betrachtet.

Da die öffentliche Diskussion über das Thema Infraschall in einigen wenigen Teilräumen des Verbandsgebietes zur Verunsicherung der Bevölkerung gegenüber WKA in ihrem Umfeld führt, sieht sich die Verbandsverwaltung veranlasst, bereits in dieser frühen Verfahrensphase - d.h. noch vor der Vorlage eines Planungsentwurfes - zum Thema „Infraschall und WKA“ öffentlich Stellung zu beziehen.

Anzumerken ist, dass die o. g. Einschätzungen der Verbandsverwaltung über allgemeine Auffassungen der Bevölkerung zum geplanten Ausbau der Windenergienutzung im Großraum Braunschweig u.a. aus Rückkopplungen und Stimmungsbildern unzähliger Einzelgespräche und aus über 70 Bürgerversammlungen und sonstigen öffentlichen Veranstaltungen resultieren, die seit Ende 2011 / Anfang 2012 in den Städten und (Samt-) Gemeinden im Verbandsgebiet durchgeführt wurden. Über den jeweils aktuellen Sach- und Verfahrensstand der 1. Änd. des RROP 2008 wird außerdem umfassend über den Internet-Auftritt des ZGB unter www.zgb/regionalplanung.de informiert.

Die nun folgende Abhandlung erläutert einige wesentliche, dem Verständnis dienende Fragen, verdeutlicht den aktuellen Stand der Fach- und Rechts-Diskussionen in Bund und Ländern sowie die sich aus der bisherigen Prüfung ergebene Fach- und Rechtspositionen des ZGB. Im Zuständigkeitsbereich des ZGB „ticken die Uhren nicht anders“ als im Rest der Bundesrepublik Deutschland. Die Verbandsverwaltung ist sich ihrer Verantwortung bewusst und bestrebt, am Ende des Verfahrens zu angemessenen, fachlich vertretbaren, rechtssicheren, nachvollziehbaren und nicht zuletzt von möglichst hoher Akzeptanz in der Mehrheit der Bevölkerung geprägten Ergebnissen zu kommen.

Die Ausführungen haben nicht den Anspruch einer wissenschaftlichen Arbeit, sondern sollen - im Sinne einer vorgezogenen Dienstleistung und dem Gebot der Transparenz folgend - den derzeitigen Kenntnisstand zum Themenkomplex „Infraschall“ in einer möglichst auch für die Allgemeinheit verständlichen Form darlegen. Insofern ist auf die die Aussagen stützenden Quellenangaben direkt im Text verzichtet worden. Die ausgewerteten Quellen sind vielmehr am Ende der Abhandlung unter Punkt 10 aufgeführt.

Zunächst werden im folgenden Punkt 2 die wesentlichen Feststellungen (als aktueller Stand der laufenden Prüfungen mit Datum vom 20.12.2012) getroffen. Danach folgen in den Punkten 3. bis 9. die den Feststellungen bis dato zugrunde liegenden Fachinformationen, Erkenntnisse, Positionen und sonstige Erörterungen.

2. Feststellungen (entsprechend dem Prüfungs- / Bearbeitungsstand des ZGB v. 20.12.12)

Zusammenfassend lassen sich vor dem Hintergrund des derzeitigen Kenntnisstandes zum Themenkomplex Infraschall folgende Feststellungen treffen:

- WKA erzeugen zweifelsfrei Infraschallemissionen.
- Moderne WKA erzeugen Infraschall in keinem belastenden Ausmaß. Es gibt bislang keine eindeutigen, wissenschaftlich fundierte Nachweise dafür, dass bei Mindestabständen von 1000 Meter zu geschlossener Wohnbebauung und 500 Meter zu Einzelhausbebauung im Außenbereich mit gesundheitsrelevanten und nicht hinnehmbaren Auswirkungen zu rechnen ist, weil diese weit unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen liegen. Nach heutigen wissenschaftlichen Erkenntnissen stellt der von WKA erzeugte Infraschall insofern auch keine Gesundheitsgefahr dar.

- Die Errichtung und der Betrieb von WKA sind, sofern die immissionsschutzrechtlichen Anforderungen eingehalten werden, auch unter dem Aspekt des Infraschalls rechtlich unbedenklich. Tieffrequente Geräusche einschließlich Infraschall sind zwar messtechnisch nachweisbar, aber für den Menschen nicht hörbar bzw. auch nicht wahrnehmbar und werden deshalb von der Rechtsprechung im Ergebnis als unschädlich im immissionsschutzrechtlichen Sinne qualifiziert - ständige Rechtsprechung.
- Die für die Ermittlung und Bewertung tieffrequenter Geräusche maßgebliche DIN 45680 wird derzeit überarbeitet. Mit der Überarbeitung werden die bisherigen, insbesondere den Infraschall betreffenden Regelungslücken, ggf. beseitigt. Von hierbei verantwortlicher und fachkundiger Seite wird im Zuge dessen angezweifelt, dass die geplanten Änderungen der DIN 45680: Stand 2011-08 zu einer relevanten Änderung bei immissionsschutzrechtlichen Zulassungsverfahren für WKA (für Entfernungen > 500 m) führt, weil tiefe Frequenzen nicht im Spektrum einer WKA dominieren. Wann und wie die DIN 45680 tatsächlich eine Änderung erfahren wird, ist derzeit nach Kenntnisstand des ZGB offen.
- Sollten sich schädliche Umwelteinwirkungen einer Windkraftanlage – beispielsweise aufgrund von neuen Erkenntnissen zum Infraschall - erst nach Erteilung der immissionsrechtlichen Genehmigung zeigen bzw. als solche zu bewerten sein, besteht die Möglichkeit des Erlasses nachträglicher Anordnungen zum Schutz der Nachbarschaft und der Allgemeinheit vor schädlichen Umwelteinwirkungen.
- Das Bundesumweltministerium hat im Jahr 2011 zur weiteren Prüfung und Sicherung des Erkenntnisstandes der Lärmwirkungsforschung eine „Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall“ in den Umweltforschungsplan aufgenommen. Mit der Studie, die Ende 2013 vorliegen soll, soll auf der Grundlage des aktuellen Erkenntnisstandes zu Infraschallwirkungen geklärt werden, wie ggf. relevante Effekte erkannt oder auch unbegründete Befürchtungen ausgeräumt werden können.
- Vor dem Hintergrund des vorher Gesagten kann die Verbandsverwaltung als zuständiger Träger der Regionalplanung - auch weiterhin - keinerlei Veranlassung sehen, dem tieffrequenten Schall bzw. speziell dem Infraschall bei der regionalplanerischen Bestimmung von Konzentrationsflächen für die Windenergienutzung eine die Standortauswahl mitbestimmende Bedeutung beizumessen. Diese Notwendigkeit ergibt sich allein schon deshalb nicht, weil die regionalplanerisch festgelegten Konzentrationszonen i.d.R. gegenüber Siedlungsbereichen – wie dargestellt - einen Mindestabstand von 1000 m (Einzelhäuser 500 m) einhalten.

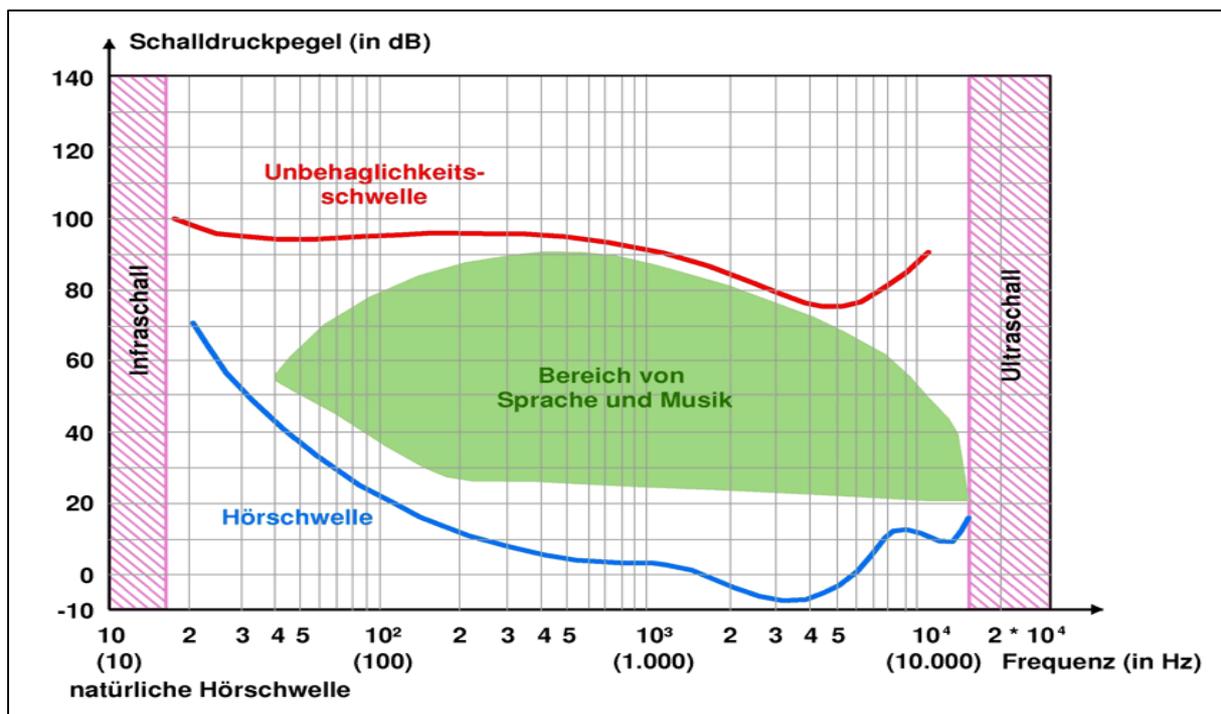
3. Schall bzw. Infraschall - Definitionen

Physikalisch gesehen entsteht **Schall** durch die Ausbreitung von Wellen in der Luft oder in sonstigen Umweltmedien, wie Boden oder Wasser. Daher können Schallarten nach ihrem jeweiligen Ausbreitungsmedium in Luftschall, Flüssigkeitsschall und Körperschall unterteilt werden. Schall erreicht in der Regel über die Luft das menschliche Gehör.

Schall breitet sich in der Luft mit einer Geschwindigkeit von rd. 343 Metern pro Sekunde aus, das entspricht 1.235 Kilometer pro Stunde (so genannte Schallgeschwindigkeit). Schallwellen sind periodische Luftdruckschwankungen, die sich in der Luft als Schwingung ausbreiten. Tiefe Töne kann man nicht nur mit Ohren hören, sondern deren Schallwellen auch als Pulsieren im Körper spüren. Für jeden Ton gibt es nicht nur eine Hörschwelle, sondern auch eine Wahrnehmungsschwelle.

Ob ein Ton eher hoch oder tief ist, hängt von seiner Frequenz ab. Diese wird in der Einheit **Hertz** (Hz) angegeben. Ein Hertz entspricht einer Schwingung pro Sekunde. Tiefe Töne haben eine niedrige Frequenz, also kleine Zahlenwerte, und hohe Töne eine hohe Frequenz und somit hohe Zahlenwerte. Schallwellen mit Frequenzen zwischen 20 und 20.000 Hertz werden als **Hörschall** bezeichnet (s. Abb. 1). In diesem Bereich kann der Mensch Tonhöhen und Lautstärken unterscheiden. Tiefe Töne von 20 bis 60 Hertz können wir zwar hören, ihre Tonhöhe jedoch nur schwer erkennen. Nur zwischen 60 und 20.000 Hertz können wir Tonhöhen und Lautstärke gut differenzieren. In diesem Frequenzbereich liegt die gewohnte Sprache und Musik.

Abbildung 1: Hörbereich des Menschen



Quelle: website Deutscher Naturschutzring

Bei Schallwellen mit Frequenzen oberhalb des Hörbereiches des Menschen, d.h. von 20.000 Hertz, handelt es sich um **Ultraschall**. Einige Tierarten (z.B. Fledermäuse) können mit Hilfe von Ultraschall-Signalen kommunizieren oder Beute orten.

Als **Infraschall** werden hingegen Schallwellen bezeichnet, die so tief sind, dass sie vom menschlichen Ohr ebenfalls nicht mehr gehört werden können. Diese Luftdruckschwankungen werden dann als Pulsationen und Vibrationen mit einem zusätzlichen Druckgefühl in den Ohren wahrgenommen.

Dieser Bereich von sehr tiefen Frequenzen (in dem die Wahrnehmungskomponente Tonhöhe nicht mehr existiert) umfasst den Bereich von 0,001 bis 20 Hertz. Einige Tierarten (Elefanten, Wale) können sich mit Hilfe von Infraschall auch über große Entfernungen verständigen.

Allgemein werden Frequenzen bis 100 Hertz als **tieffrequenter Schall** bezeichnet. Er umfasst den Infraschall und die für Menschen gerade noch hörbaren tiefen Töne. Bis 60 Hertz nimmt die Wahrnehmung von Tonhöhe und Lautstärke langsam zu, ab 60 Hertz findet der Übergang zur normalen Geräuschwahrnehmung statt. Dieser Übergangsbereich vom „Fühlen“ (= keine Wahrnehmung von Tonhöhe) zum „Hören“ (= Wahrnehmung von Lautstärke und Tonhöhen) ist fließend. Je tiefer die Frequenz, umso höher muss jedoch der Schalldruckpegel (Lautstärke) sein, um vom Menschen wahrgenommen zu werden (ausführlich dazu siehe Pkt. 6).

4. Quellen und Ausbreitung von Infraschall

Ausgelöst wird Infraschall durch physikalische Ereignisse. (Luft-)Schall entsteht durch die Ausbreitung von Wellen in der Luft. Hierfür gibt es sowohl natürliche als auch künstliche Quellen.

In der Natur treten niederfrequente Schwingungen besonders in Bereichen mit großen Massenbewegungen auf. Hierzu zählen Windströmungen, Stürme, Unwetter, Gewitter, aktive Vulkane, Eruptionen und Erdbeben. Immer, wenn Wind an einem Hindernis vorbei strömt, entstehen Geräusche und es kann zur Entstehung von Infraschall kommen.

Natürliche Infraschallereignisse treten meist mit hohen Pegeln auf. In der Regel überschreiten diese oftmals die aus künstlichen Quellen. Windböen beispielsweise können bis zu 135 Dezibel (dB) laut sein.

Zahlreiche Anlagen und Tätigkeiten des Menschen können neben dem hörbaren Schall auch hohe Infraschallpegel emittieren. Künstliche Infraschallquellen treten überall dort auf, wo große Massen in Bewegung sind. Beispiele sind Verkehrsmittel (z.B. Flugzeuge, Bahn, Autos, Schiffe), Explosionen, maschinenbetriebene Nutzgeräte (Waschmaschinen, Pumpen, Heizungen), Beschallungsanlagen und Bauwerke (Tunnel, Brücken, Hochhäuser). Infraschall entsteht bei praktisch allen Tätigkeiten und Vorgängen, die Geräusche erzeugen. Insofern erzeugt auch der Betrieb einer WKA Infraschall (siehe Pkt. 5).

Wegen der großen Wellenlänge hat Infraschall andere Eigenschaften als Hörschall. Tieffrequente Schallwellen werden von der Umgebung weniger gedämpft als hochfrequente, bei denen ein Teil von der Luft oder dem Boden absorbiert wird. Ferner ist die Ausbreitungsdämpfung durch Hindernisse wie Schutzwälle kaum möglich, weil diese im Vergleich zur Wellenlänge relativ klein sind. Auch die Schalldämmung durch Bauteile beträgt nur wenige Dezibel. Natürliche Strukturen, wie Geländeform oder Vegetation, stellen ebenfalls keine Hindernisse dar. Auf große Entfernungen nimmt langwelliger Schall daher fast nur nach geometrischen Gesetzmäßigkeiten ab. D.h., verdoppelt sich die Entfernung, dann verteilt sich die Schallenergie auf die vierfache Fläche; entsprechend sinkt der Pegel um 6 Dezibel.

5. Windenergieanlagen und Infraschall

WKA erzeugen in Abhängigkeit von Windstärke und Windrichtung Geräuschemissionen, die auch Schall im Infraschallbereich beinhalten. Dafür verantwortlich sind insbesondere die am Ende der Rotorblätter entstehenden Wirbelablösungen sowie weitere Verwirbelungen, die durch Kanten, Spalten und Verstrebungen entstehen. Da die Flügel der WKA sehr groß sind und sich langsam drehen, sind die von Ihnen erzeugten Geräuschpegel deutlich kleiner als beispielsweise bei sich schnell drehenden Propellern. Moderne WKA, deren Flügel auf der dem Wind zugewandten Seite, also vor dem Turm, angeordnet sind, erzeugen zudem weniger Infraschall als beispielsweise ältere Anlagen, deren Flügel hinter dem Turm vorbeistreichen und regelmäßig in dessen Windschatten geraten.

Untersuchungen haben ergeben, dass die erzeugten Infraschallanteile im Immissionsbereich deutlich unterhalb der Hörschwelle des Menschen (d.h. unterhalb von 20 Hertz) liegen. So stellte das Bayerische Landesamt für Umweltschutz auf der Grundlage einer zweijährigen Langzeit-Geräusch-Immissionsmessung an einer 1 MW-WKA fest, dass die im Infraschallbereich liegenden Schallimmissionen weit unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen liegen und daher zu keinen Belästigungen führen. Die Pegel wurden in einem Abstand von 250 m und bei einer Windgeschwindigkeit von bis zu 15m/s gemessen.

Immissionsmessungen an einer 1,5 MW-WKA im Abstand von 600 m kommen zu dem Ergebnis, dass die Hörschwellenkurve im Infraschallbereich deutlich unterschritten wird. Zwischen dem Betriebszustand „WKA an“ und den Hintergrundgeräuschen bei ausgeschalteter Anlage ist kein nennenswerter Unterschied zu erkennen.

Die Auswertung von weiteren Untersuchungen ergab ebenfalls, dass die von WKA erzeugten Infraschallpegel deutlich unter der Hör- und Wahrnehmungsschwelle liegen. Eine dänische Studie, in der Daten von 48 kleinen und großen WKA (80 kW bis 3,6 MW) ausgewertet wurden, kommt zu folgendem Schluss: WKA emittieren zweifelsfrei Infraschall, aber die Pegel sind niedrig, wenn man die Empfindlichkeit des Menschen für solche Frequenzen in Betracht zieht. Selbst dicht an den WKA liegt der Schalldruckpegel weit unter der normalen Hörschwelle, und der Infraschall wird daher für WKA derselben Konstruktion und Größe wie die untersuchten nicht als ein Problem angesehen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass alle vorliegenden Infraschallmessungen übereinstimmend zeigen, dass der Infraschall von WKA auch im Nahbereich der Anlagen (100-250 m Entfernung) deutlich unterhalb der menschlichen Hörschwelle und damit auch deutlich unterhalb einer denkbaren Wirkschwelle liegt.

6. Menschliche Wahrnehmung von Infraschall

Menschen nehmen Schall überwiegend über das Sinnesorgan Ohr wahr. Das menschliche Ohr wandelt die in der Luft vorhandenen Schallwellen in für den Menschen verständliche Signale, in „Geräusche“ um. Diese akustische Wahrnehmung wird als „Hören“ bezeichnet. Darüber hinaus wird das Trommelfell aber auch von Schallwellen in Schwingungen versetzt, die außerhalb dieses Hörbereichs liegen.

Im Bereich tiefer Frequenzen (unterhalb 100 Hertz) ändert sich die Qualität und Art des Hörens. Die Tonhöhenempfindung nimmt ab und entfällt im Bereich des Infraschalls komplett. Ein Hören im engeren Sinne gibt es im Bereich des Infraschalls nicht mehr. Dennoch ist auch im Infraschallbereich eine Wahrnehmung des Schallreizes mit dem Sinnesorgan Ohr – eine Art „Hören“ – möglich. Hierfür sind jedoch deutlich höhere Schallpegel notwendig als im Bereich des Hörschalls.

Da tieffrequenter Schall Bestandteil des täglichen Lebens ist, wird jeder Mensch permanent dieser Einwirkung ausgesetzt. Darum wird auch in Bezug auf zusätzliche Schallquellen die Besorgnis geäußert, dass zusätzlicher Infraschall das Gehör sowie andere Organe direkt schädigen bzw. allgemeine Befindlichkeitsstörungen verursachen kann. So soll es sowohl zu physiologischen Veränderungen (Änderung der Hirnströme, Vergrößerung der roten Blutkörperchen) als auch zu psychischen Reaktionen (Angst, Unsicherheit, Schlafstörungen) kommen können. Bei der Betrachtung von Infraschall wird deshalb auch zwischen auraler und extraauraler Wirkung auf den Menschen unterschieden. Aurale Wirkungen betreffen dabei direkt das Hörorgan (z.B. zeitweise Hörverschiebung), extraaurale Wirkungen sind indirekter Art, sie führen z. B. zu Stressreaktionen und Wahrnehmungsstörungen. In unterschiedlichen Versuchsanordnungen wurde die Wirkung von Infraschall bzw. tieffrequenten Schall auf Menschen und Tiere untersucht.

Neben der akustischen Wahrnehmung mit dem Ohr können tieffrequente Schallereignisse auch mit anderen Sinnesorganen wahrgenommen werden: mit dem Tastsinn und dem Gleichgewichtssinn. Diese Art von Wahrnehmung wird „Fühlen“ genannt. Im tieffrequenten Schallbereich ist der Übergang vom „Hören“ zum „Fühlen“ fließend. Während die Empfindlichkeit des Ohres zu tiefen Frequenzen hin stark abnimmt, kann der Mensch Infraschall mit hohen Pegeln im Körper spüren. Über das Ohr und andere Körperteile (z.B. Lunge, Nase, Stirnhöhle) empfindet er dann Pulsationen und Vibrationen. Diese Empfindungen können nicht mehr mit Begriffen wie „laut“ oder „leise“, sondern nur noch mit „stark“ oder „schwach“ beschrieben werden. Die Luftdruckschwankungen können zusätzlich mit einem Druckgefühl in den Ohren einhergehen, vergleichbar mit dem Ohrendruck beim Flugzeugstart.

Wo die Grenze zwischen Hören, Spüren und Stille zeigen die in der Tab. 1 aufgeführten Hör- und Wahrnehmungsschwellen.

Tabelle 1: Hörschwellen¹ und Wahrnehmungsschwellen² im Infraschall-Frequenzbereich

Schwelle	Schalldruckpegel bei einer Frequenz ³ von				
	8 Hz	10 Hz	12,5 Hz	16 Hz	20 Hz
Hörschwelle	103 dB(Z)	95 dB(Z)	87 dB(Z)	79 dB(Z)	71 dB(Z)
Wahrnehmungsschwelle	100 dB(Z)	92 dB(Z)	84 dB(Z)	76 dB(Z)	68,5 dB(Z)

¹ DIN 45680, März 1997: Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschmissionen in der Nachbarschaft

² Entwurf DIN 45680, August 2011: Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschmissionen

³ Terzmitten-Frequenz

Die Hörschwelle ist dabei so festgelegt, dass 50 v.H. der Bevölkerung die jeweilige Frequenz unterhalb des angegebenen Pegels nicht mehr hörbar wahrnimmt. In neueren Regelwerken (Entwurf DIN 45680, August 2011) wird die Wahrnehmungsschwelle so definiert, dass 90 v. H. der Bevölkerung unterhalb dieses Pegels die Infraschallwellen nicht wahrnimmt.

Ebenso wie bei Hörschall variiert die Grenze, ab der der tieffrequente Schall gehört werden kann, von Mensch zu Mensch. Für etwa 68 v. H. der Bevölkerung liegt die Hörschwelle in einem Bereich von +/- 6 Dezibel um die in der Tab. 1 angegebene Werte. Des Weiteren gibt es Hinweise auf für tieffrequenten Schall besonders sensible Personen (ca. 2,5 v. H. der Bevölkerung), bei denen die Hörschwelle um mindestens 12 Dezibel niedriger anzusetzen ist als bei dem Bevölkerungsdurchschnitt. Fallbeschreibungen sprechen dafür, dass einzelne Personen auch bei Unterschreitung der Hörschwelle Infraschall in Form von Objekt- oder Körpervibrationen oder sensorische Wahrnehmungen über die Ohren spüren.

Außerdem verdeutlicht Tab. 1 noch folgenden physiologischen Zusammenhang. Je tiefer die Frequenz ist, desto höher muss der Schalldruckpegel – also die Lautstärke – sein, damit der Mensch etwas wahrnimmt. Beispielsweise muss bei 8 Hertz der Schalldruckpegel bei 100 Dezibel liegen, bei 16 Hertz hingegen genügen 76 Dezibel. Bei 100 Hertz (nicht in der Tab.) würden 23 Dezibel ausreichen.

7. Auswirkung von Infraschall auf den Menschen

Bei der Beurteilung der gesundheitlichen Wirkungen werden Infraschall (< 20 Hertz) und tieffrequenter Schall (< 100 Hertz) häufig gemeinsam betrachtet, da sich bereits unterhalb von 100 Hertz die Qualität und Art der akustischen Wahrnehmung ändert.

Über die biologischen Wirkungen von tieffrequentem Schall mit hohen Intensitäten liegen einige Studien vor. Weniger erforscht sind die Wirkungen von lang andauernder Exposition gegenüber tieffrequentem Schall mit niedrigem Schallpegel. Das Umweltbundesamt hat daher im Jahr 2011 eine Machbarkeitsstudie (FKZ-Nr. 3711 54 199: Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall – Entwicklung von Untersuchungsdesigns für die Auswirkungen von Infraschall auf den Menschen durch unterschiedliche Quellen) in Auftrag gegeben, die sich mit diesem Themenkomplex beschäftigt.

Bekannt ist, dass sehr hohe Schallpegel, die weit oberhalb der Hörschwelle liegen, nicht nur im Bereich des Hörschalls, sondern auch im Bereich des Infraschalls zu Gehörschäden führen können. Bei Tierversuchen (Meerschweinchen) lag diese Grenze bei 133 Dezibel. Auch Beobachtungen am Menschen legen nahe, dass Infraschall mit Pegeln von über 140 Dezibel zu Gehörschäden führen können. Bei Schallpegeln von 185 bis 190 Dezibel kommt es zu einer Beschädigung des Trommelfels.

Als weitere Wirkung sehr hoher Schallpegel – also hörbaren Infraschalls – werden Effekte auf das Herz-Kreislaufsystem diskutiert, die zum Teil sowohl in Tierexperimenten als auch bei Menschen beobachtet werden. Auch Ermüdung, Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit, Benommenheit, Schwingungsgefühl und Abnahme der Atemfrequenz, Beeinträchtigung des Schlafes und erhöhte Morgenmüdigkeit sowie mögliche Resonanzwirkungen werden als Wirkungen von Infraschall oberhalb der Hörschwelle berichtet.

Ab der Hör- bzw. Wahrnehmungsschwelle kann Infraschall zu Störung und Belästigung führen. Häufig gehen jedoch Infraschall und Geräusche im Hörschallbereich einher. Diese Reaktionen sind daher nicht immer eindeutig dem Infraschall zuzuordnen. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass die Belästigungswirkung von Infraschall stärker ist als die des Hörschalls.

Liegen die Pegel des Infraschalls unterhalb der Hörschwelle, konnten in am Menschen durchgeführten Studien bisher keine Wirkungen auf das Gehör, auf das Herz-Kreislauf-System oder andere Symptome beobachtet werden. Bisher liegen jedoch nur wenige Studien zu den Wirkungen des Infraschalls unterhalb der Hörschwelle vor.

Die bisherigen Daten weisen darauf hin, dass gesundheitliche Wirkungen von Infraschall erst ab der Hörschwelle auftreten, also nur bei Schall im hörbaren Bereich. Beim Vergleich der Höhe der Infraschallimmissionen von WKA mit den frequenzspezifischen Hör- und Wahrnehmungsschwellen wird ersichtlich, dass die Immissionen unterhalb der Hör- und Wahrnehmungsgrenze liegen. Der Infraschall von WKA kann also vom Menschen weder gehört noch anders wahrgenommen werden. Insofern sind auch keine gesundheitlichen Wirkungen zu erwarten.

In diesem Zusammenhang muss die Frage offen bleiben, inwieweit die dem Infraschall bzw. tieffrequenten Schall zugeschriebenen Ursachen in Wirklichkeit auch auf andere Faktoren zurückgehen. Dem liegt die Annahme zu Grunde, dass es auch die irritierende Fremdartigkeit der WKA ist, die sich mit störenden hörbaren und nicht hörbaren Geräuschen zu einem negativen Gesamteindruck verbindet.

8. Immissionsschutzrechtliche Anforderungen an die Genehmigungsfähigkeit von Windkraftanlagen

Die Errichtung und der Betrieb von WKA bedürfen nach § 4 Abs. 1 Satz 1 und 3 BImSchG i.V.m. Nr. 1.6 Spalte 2 des Anhangs zur 4. BImSchV der immissionsschutzrechtlichen Genehmigung, wenn die WKA eine Gesamthöhe von mehr als 50 Metern erreichen soll. Die aufgrund des technischen Fortschritts nur noch selten gebauten WKA mit einer Höhe von bis zu 50 Metern bedürfen demgegenüber einer baurechtlichen Genehmigung nach Maßgabe der Landesbauordnungen, aber auch bei diesen Anlagen müssen nach § 22 BImSchG die immissionsrechtlichen Anforderungen beachtet werden.

Voraussetzung für die Erteilung einer immissionsschutzrechtlichen Genehmigung ist, dass durch die Errichtung und den Betrieb der WKA keine schädlichen Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden können (§ 5 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 BImSchG i.v.m. § 6 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG). Schädliche Umwelteinwirkungen sind Immissionen, die nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen (§ 3 Abs. 1 Nr. 2 BImSchG).

Darüber hinaus dürfen der Errichtung und dem Betrieb der WKA keine anderen öffentlich-rechtlichen Vorschriften entgegenstehen (§ 6 Abs. 1 Nr. 2 BImSchG). Zu diesen Vorschriften gehören insbesondere die Vorgaben des Bauplanungsrechts (§§ 29 BauGB), wobei WKA typischerweise im Außenbereich (§ 35 BauGB) errichtet werden. Nach § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB ist die Errichtung von WKA im Außenbereich privilegiert zulässig, wenn öffentliche Belange nicht entgegenstehen und eine ausreichende Erschließung gesichert ist. Welche öffentlichen Belange der Errichtung einer WKA entgegenstehen können, ergibt sich aus § 35 Abs. 3 BauGB, wobei die Aufzählung nicht abschließend ist. Da § 35 Abs. 3 Satz 1 Nr. 3 BauGB mit dem Begriff der schädlichen Umweltauswirkungen auf § 3 Abs. 1 BImSchG Bezug nimmt, ergibt sich insoweit auch kein abweichender Prüfungsmaßstab zum Immissionsschutzrecht. Zu den Immissionen, die von einer WKA ausgehen, gehören vor allem Geräuscheinwirkungen (§ 3 Abs. 2 BImSchG). Hierunter fällt auch der vom Menschen nicht hörbare Infraschall.

Bestes Mittel, um unzumutbare Immissionen durch WKA zu vermeiden, ist es, einen ausreichenden Abstand zur Wohnbebauung festzusetzen. Es gibt allerdings keine gesetzlichen Vorgaben dazu, welche Mindestabstände insofern einzuhalten sind. Auch die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) vom 26.08.1998 – auf die nachfolgend näher eingegangen wird - enthält keine Mindestabstände. Aus den sich aus der TA Lärm ergebenden zulässigen Schallpegeln, die den hörbaren Schall betreffen, lässt sich aber im Ergebnis ermitteln, welcher Abstand zur Wohnbebauung eingehalten werden muss, damit der nach der TA Lärm zulässige Immissionswert eingehalten werden kann.

8 a) Anwendbarkeit der TA Lärm auf WKA und Rechtsnatur

Unter welchen Voraussetzungen Geräuscheinwirkungen schädlich sind, wird durch die auf der Grundlage von § 48 BImSchG erlassene TA Lärm bestimmt. Die TA Lärm ist auf WKA anzuwenden. WKA sind Anlagen i.S.d. § 3 Abs. 5 Nr. 1 BImSchG. In der Rechtsprechung und in der Praxis der Verwaltungsbehörden wird die generelle Eignung der Regelungen der TA Lärm für die Beurteilung der von WKA verursachten Geräuschimmissionen nicht ernsthaft in Frage gestellt. Die TA Lärm ist eine allgemeine Verwaltungsvorschrift, die mit Hilfe unbestimmter Rechtsbegriffe die gesetzlich festgelegten Grundpflichten (§§ 5, 22 BImSchG) in Bezug auf Geräusche konkretisiert. Als allgemeine Verwaltungsvorschrift ist sie für Verwaltungsbehörden unmittelbar verbindlich. Das BVerwG hat mit Urteil vom 29.08.2007 (NVWZ 2008, S. 76) darüber hinaus entschieden, dass ihr eine im gerichtlichen Verfahren zu beachtende Bindungswirkung zukommt. Das bedeutet im Ergebnis, dass die Vorschriften der TA Lärm wie ein Gesetz anzuwenden sind, dies jedenfalls solange, bis gesicherte Erkenntnisfortschritte in Wissenschaft und Technik vorliegen, die bei ihrem Erlass noch nicht berücksichtigt werden konnten.

8 b) Das Sonderthema Infraschall

Bei Infraschall handelt es sich um tieffrequenten Schall im Frequenzbereich unter 20 Hertz (s. Ausführungen unter Pkt. 3). Obwohl er grundsätzlich für den Menschen nicht hörbar ist, wird er dennoch zu den Immissionen i.S.d. § 3 Abs. 2 BImSchG gezählt. Gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse, ab welchem Maß Infraschall schädlich i.S. d. § 3 BImSchG ist, liegen bislang - soweit ersichtlich - nicht vor. Anders als für den „normalen“ Schall im hörbaren Frequenzbereich sind in der TA Lärm für Infraschall keine normativ vorgegebenen Grenz- oder Richtwerte bestimmt worden. Für tieffrequente Geräusche sind in der TA Lärm daher „nur“ eigene Mess- und Beurteilungsverfahren vorgesehen. Diese sind in der DIN 45680, Ausgabe März 1997 und dem zugehörigen Beiblatt 1 im Einzelnen näher festgelegt worden.

Nach den gegenwärtigen wissenschaftlichen Erkenntnissen ist Voraussetzung für Beeinträchtigungen durch tieffrequente Geräusche, dass - zum einen - die an das menschliche Ohr gelangende Energie des tieffrequenten Schalls/Infraschalls die Hörschwelle überschreitet und dass - zum anderen - der tieffrequente Hörschall/Infraschall nicht durch „lauten“ höherfrequenten normalen Schall verdeckt wird. Wann die Hör- bzw. Beeinträchtigungsschwelle überschritten ist, hängt von der jeweiligen Frequenz des tieffrequenten Schalls ab. Die TA Lärm trägt diesem Sachverhalt dadurch Rechnung, dass sie unter Nummer 7.3 in Verbindung mit der Anlage A. 1.5 im Lärmbewertungsverfahren die Berücksichtigung tieffrequenter Geräusche zusätzlich zur Lärmbeurteilung mittels dB(A)-Pegel-Immissionsrichtwerten, die den hörbaren Schall betreffen, immer dann vorschreibt, wenn in den - auf die vor Lärm zu schützenden Wohngebäuden einwirkenden - Geräuschemissionen die tieffrequenten Schallenergieanteile dominieren. Die unter 5.2.3 der DIN 45680 aufgeführte Tabelle 1 dient dazu als Anhaltspunkt. Zur Bestimmung der Beeinträchtigungsschwelle ist sodann ergänzend das Beiblatt 1 der DIN 45680 heranzuziehen. Für die Beurteilung des tieffrequenten Schalls kommt es nicht darauf an, in welchem Gebiet im bauplanungsrechtlichen Sinne letztendlich das jeweilig zu untersuchende Gebäude liegt, sondern entscheidend ist, wie hoch die Immissionsbelastung **innerhalb** der schutzbedürftigen Räume ist, wobei maßgebend ist, dass diese Räume zu Aufenthaltszwecken von Personen benutzt werden. Die Messung von tieffrequentem Schall ist nach der DIN 45680 **innerhalb** der schutzbedürftigen Räume durchzuführen und daher gänzlich anders als im Rahmen der Bewertung des hörbaren Schalls, der - vereinfacht gesagt - auf Pegel außerhalb des betroffenen Gebäudes abstellt, auszuführen. Bei Beurteilung der tieffrequenten Geräuschemissionen ist des Weiteren danach zu unterscheiden, ob die zu bewertende Anlage bereits betrieben wird und damit der Schall messtechnisch erfasst werden kann oder ob es sich um eine prognostische Ermittlung des zu erwartenden Schalls für eine zur Genehmigung beantragte Anlage handelt.

Infraschall durch technische Anlagen, wie z.B. WKA, ist dann als schädliche Umwelteinwirkung im immissionsschutzrechtlichen Sinne einzustufen, wenn die Anhaltswerte der Tabelle 1 der DIN 45 680 überschritten sind. Bei den üblichen Abständen von WKA zur Wohnbebauung (größer 500 m) wird diese Schwelle nicht erreicht. Messungen zeigen, dass eine WKA nur einen Bruchteil des in der Umgebung messbaren Infraschalls erzeugt. Der Hauptanteil kommt vom Wind selbst und zwar unabhängig von der WKA.

Schädliche Umwelteinwirkungen durch Infraschall von WKA konnten bisher nicht durch wissenschaftliche Untersuchungen belegt werden. Zwar wird seit über 20 Jahren die Schädlichkeit von Infraschall durch WKA behauptet, jedoch konnte diese Hypothese bisher nicht durch wissenschaftliche Untersuchungen belegt bzw. gestützt werden. Bereits ab einem Abstand von 250 m von einer WKA sind im Allgemeinen keine erheblichen Belästigungen durch Infraschall mehr zu erwarten. In diesen Fällen ist keine weitere Prüfung zum Infraschall geboten.

Von Windkraftanlagengegnern wird aktuell immer wieder auf die anstehenden Änderungen der DIN 45680, Ausgabe März 1997 verwiesen (s. Pkt. 1). Damit verbunden ist der Hinweis, dass diese auch den Infraschall betreffenden neuen Regelungen eine erhebliche Ausweitung der von WKA gegenüber Wohnbebauung einzuhaltenden Abstände zur Folge haben werden.

In dem Vorwort zu dem Norm-Entwurf DIN 45680, Ausgabe 2011 - 08 finden sich hinsichtlich der geplanten Änderungen folgende Ausführungen:

„In diesem Norm-Entwurf (Ausgabe 2011-08) ist ein Verfahren zur Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräuschimmissionen für die Terzbänder von 8 Hz bis 125 Hz in Wohngebäuden bei Luft- und/oder Körperschallübertragung festgelegt. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Wahrnehmung und Wirkung tieffrequenter Geräusche deutlich von der Wahrnehmung und Wirkung mittel- oder hochfrequenter, schmal- oder breitbandiger Geräusche abweichen. Im Bereich unter 20 Hz (Infraschall) besteht keine ausgeprägte Hörempfindung mehr, weil die Tonhöhenempfindung fehlt. Jedoch ist Infraschall - im Gegensatz zu einer weit verbreiteten Meinung - nicht prinzipiell unhörbar. Die Wahrnehmungsschwelle wurde bis herab zu etwa 1 Hz untersucht. Überschwellige Immissionen werden überwiegend als Pulsationen und Körperresonanzen wahrgenommen. Die Betroffenen spüren einen Ohrendruck und klagen vielfach über Unsicherheits- und Angstgefühle. Als spezielle Wirkung ist bei Infraschall eine Herabsetzung der Atemfrequenz bekannt. Sekundäreffekte (zum Beispiel Luftschall durch Rütteln von Fenstern und Türen oder Gläserklirren, spürbare Vibrationen von Gebäudeteilen und Gegenständen) sind häufige Ursachen zusätzlicher Belästigungen. Im Frequenzbereich von 20 Hz bis etwa 60 Hz sind die Geräusche bei entsprechenden Pegeln hörbar, jedoch ist die Tonhöhenempfindung nur sehr schwach ausgeprägt. Vielfach sind Fluktuationen (Schwebungen) wahrzunehmen. Die Betroffenen klagen oft über ein im Kopf auftretendes Dröhn-, Schwingungs- oder Druckgefühl, das nur bedingt von der Lautstärke abhängig ist und bei stationären Geräuschimmissionen zu starken Belästigungen führt. Wie im Infraschallbereich können Sekundäreffekte auftreten, die Belästigungen hervorrufen. Im Frequenzbereich ab 60 Hz findet der Übergang zur normalen Tonhöhen- und Geräuschempfindung statt. Sekundäreffekte sind eher unbedeutend. In den eingeführten Regelwerken sind Messungen außerhalb des betroffenen Gebäudes vorgeschrieben, wenn Geräusche zu beurteilen sind, die durch Luftschallübertragung aus der Umgebung dort einwirken. Durch diese Vorgehensweise erhält man Messwerte, die nicht durch die unterschiedlichen Schalldämmwerte von Außenbauteilen oder die Raumakustik beeinflusst werden. Die Einhaltung der zugehörigen Immissionsrichtwerte stellt in der Regel einen ausreichenden Schutz der Wohnnutzung sicher. Enthält das Geräusch jedoch ausgeprägte Anteile im Bereich tiefer Frequenzen, kann anhand von Außenmessungen nicht mehr verlässlich abgeschätzt werden, ob innerhalb von Gebäuden erhebliche Belästigungen auftreten. Einerseits liegen im Bereich unter 100 Hz nur wenige Daten über Schalldämmwerte von Außenbauteilen vor (bauakustische Anforderungen werden für Frequenzen unter 100 Hz nicht gestellt), andererseits können durch Resonanzphänomene Pegelerhöhungen in den Räumen auftreten. Daher sind bei Einwirkungen tieffrequenter Geräusche ergänzende Messungen innerhalb der Wohnungen notwendig. Der Norm-Entwurf ergänzt die bestehenden Mess- und Beurteilungsverfahren für Geräusche und dient zur Beurteilung tieffrequenter Geräuschimmissionen zum Schutz vor erheblichen Belästigungen.“

Das Niedersächsische Ministerium für Umwelt und Klimaschutz hat als Oberste Immissionschutzbehörde des Landes dem ZGB gegenüber erklärt, dass – sollte die o.g. Änderung der DIN 45680: 2011-08 in dieser Form (wann auch immer) zum Tragen kommen, relevante Änderungen bei immissionsschutzrechtlichen Zulassungsverfahren für WKA an Standorten mit Entfernungen von > 1000 m zu geschlossener Wohnbebauung und > 500 m zu Einzelhausbebauung im Außenbereich aller Voraussicht nach nicht zu erwarten sind.

9. Rechtsprechung zu den Gesundheitsgefährdungen von Infraschall

Dem Vorbringen von Windkraftanlagegegnern, die schädliche Umwelteinwirkungen auch infolge von Infraschall annehmen wollen, ist auch die verwaltungsgerichtliche Rechtsprechung nicht gefolgt.

Die Rechtsprechung geht übereinstimmend davon aus, dass moderne WKA Infraschall in einem – im Rechtssinne – belästigenden Ausmaß nicht erzeugen (OVG Lüneburg vom 18.05.2007 – 12 LB 8/07, OVG Münster v. 22.05.2006 – 8 B 2122/05). Beispielhaft wird auf einen aktuellen Beschluss des VG Gießen vom 03.02.2011 - L 5455/10) verwiesen, in dem das Gericht zusammenfassend folgendes ausführt: „Insoweit ist die Errichtung und der Betrieb der streitigen Windkraftanlagen auch unter dem Aspekt des Infraschalls rechtlich unbedenklich. Tieffrequente Geräusche und Infraschall sind zwar messtechnisch nachweisbar, aber für den Menschen nicht hörbar und werden deshalb von der Rechtsprechung im Ergebnis als unschädlich qualifiziert.“

Eine Verwaltungspraxis, die nach der Lebenserfahrung davon ausgehe, dass jenseits der Wahrnehmungsschwelle eine gesundheitsschädliche Wirkung grundsätzlich nicht mit der erforderlichen Wahrscheinlichkeit anzunehmen sei, könne nicht beanstandet werden (Bay. VGH, Beschluss v. 07.02.2011 – 22 CS 11.31).

Auch Infraschall unterliegt den Gesetzen der Akustik (VG Würzburg, Urteil vom 7. Juni 2011, Az. W 4 K 10.754).

Im Hinblick auf den bei der Erteilung der immissionsschutzrechtlichen Genehmigung zu beachtenden Vorsorgegrundsatz (§ 5 Abs. 1 Satz 1 Nr. 2 BImSchG i.V.m. § 6 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG) ist auf die zur Mobilfunksendeanlagenentscheidung ergangene Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts hinzuweisen. Bei komplexen Einwirkungen, über die noch keine hinreichenden wissenschaftlichen Erkenntnisse vorliegen, gebietet die staatliche Schutzpflicht aus Art. 2 Abs. 1 GG nicht, alle nur denkbaren Schutzmaßnahmen zu treffen. Deshalb ist der Ordnungsgeber nicht verpflichtet, Grenzwerte zum Schutz von Immissionen zu verschärfen (oder erstmals festzuschreiben), über deren gesundheitsschädliche Wirkungen keine verlässlichen wissenschaftlichen Erkenntnisse vorliegen (BVerfG, Nichtannahmebeschluss vom 28. Februar 2002, Az. 1 BvR 1676/01).

10. Quellenangaben

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz: Windkraftanlagen – beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?, 2012

Deutscher Naturschutzring : Umwelt- und naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland, 2011

Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen: Windenergieanlagen und Immissionsschutz, in LUA NRW (Hrsg.)– Materialien Nr. 63, 2002

Müller-Wiesenhaken, W./ Kubicek, R.: Tieffrequenter Schall als zu bewältigender Konflikt u.a. bei der Genehmigung von Biogasanlagen und Blockheizkraftwerken in der Nachbarschaft zur Wohnbebauung

Quambusch, E./Lauffer.M.: Infraschall von Windkraftanlagen als Gesundheitsgefahr, ZFSH/SGB 08/2008, S. 451

Scheidler, A.: Errichtung und Betrieb von Windkraftanlagen aus öffentlich-rechtlicher Sicht, WiVerw 2011, S. 113

Weidemann, C./Krappel,Th.: Rechtsfragen der Zulassung von Windkraftanlagen im Spannungsfeld zwischen Klima- und Umweltschutz, DÖV 2011, S. 19