

## StA 61/2-1

### **Windenergie in Dortmund** **hier: Auswirkungen des Infraschalls**

Infraschall umfasst Schall der Frequenzen unterhalb von 20 Hertz. Häufig wird Infraschall als nicht hörbarer Schall beschrieben. Schall mit Frequenzen im Infraschallbereich ist aber prinzipiell hörbar, jedoch erst bei sehr hohen Schalldruckpegeln. Darüber hinaus ist Infraschall nicht nur über die Ohren wahrnehmbar, sondern kann auch gefühlt werden. Diese Gefühle werden häufig als Ohrendruck, Vibrationen oder Unsicherheitsgefühl beschrieben. Der Übergang zwischen Hören und Fühlen ist im Infraschallbereich fließend.

Ausgelöst wird Infraschall durch physikalische Ereignisse. Es gibt sowohl natürliche als auch künstliche Quellen.

Zu den natürlichen lauten Quellen zählen beispielweise folgende Ereignisse und Phänomene:

- Vulkaneruptionen, Erdbeben
- Meeresbrandung, hoher Seegang
- Schnee- und Geröll-Lawinen
- starker böiger Wind, Stürme und Unwetter
- Donner bei Gewittern

Natürliche Infraschallereignisse treten meist mit hohen Pegeln auf. In der Regel überschreiten sie sogar die aus künstlichen Quellen. Windböen beispielsweise können bis zu 135 Dezibel „laut“ sein.

Zahlreiche Anlagen und Tätigkeiten des Menschen können neben dem hörbaren Schall auch hohe Infraschallpegel emittieren. Beispiele sind:

- große Gasturbinen, Verdichterstationen, Stanzen, Rüttler, Kompressoren, Pumpen
- Verkehrsmittel (Lkw, Schiffe, Flugzeuge, Strahltriebwerke, Hubschrauber)
- Sprengungen und Explosionen
- Überschallknall von Flugzeugen
- leistungsfähige Lautsprechersysteme in geschlossenen Räumen

Infraschall entsteht bei praktisch allen Tätigkeiten und Vorgängen, die Geräusche erzeugen. Bei industriellen Anlagen sind an manchen Arbeitsplätzen sehr hohe Infraschallpegel möglich.

Wegen der großen Wellenlänge (bei 20 Hertz beträgt die Wellenlänge etwa 17 Meter, bei 10 Hertz rund 34 Meter und bei einem Hertz etwa 340 Meter [im Vergleich: bei 20.000 Hertz beträgt die Wellenlänge rund 1,7 Zentimeter]) hat Infraschall andere Eigenschaften als der „normale“ Hörschall: Tieffrequente Schallwellen werden von der Umgebung weniger gedämpft als hochfrequente, bei denen ein Teil von der Luft oder dem Boden absorbiert wird. Außerdem schirmen Hindernisse wie Felsen, Bäume, Schutzwälle oder Gebäude die tieffrequenten Schallwellen nicht wirkungsvoll ab, weil sie im Vergleich zu den großen Wellenlängen relativ klein sind. Der langwelliger Schall nimmt daher mit der Entfernung fast nur nach geometrischen Gesetzmäßigkeiten ab: verdoppelt sich die Entfernung, dann verteilt sich die Schallenergie auf die vierfache Fläche. Entsprechend sinkt der Pegel um 6 Dezibel.

Jede Rotorbewegung einer Windenergieanlage (WEA) erzeugt Luftturbulenzen, durch die Geräusche im gesamten Frequenzbereich entstehen. Da die Flügel der Windräder sehr groß sind und sich langsam drehen, sind die von ihnen erzeugten Geräuschpegel jedoch deutlich kleiner als bei den sich schnell drehenden Propellern. Vibrationen in den Flügeln und im Turm erzeugen tieffrequente Wellen. Moderne Windkraftanlagentypen, deren Flügel auf der dem Wind zugewandten Seite, also vor dem Turm, angeordnet sind, erzeugen weniger Infraschall als ältere Anlagen, deren Flügel hinter dem Turm vorbei streichen und regelmäßig in dessen Windschatten geraten.

Menschen nehmen Schall primär über das Sinnesorgan Ohr wahr. Diese akustische Wahrnehmung wird als „Hören“ bezeichnet. 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. Trotzdem 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.

Neben der akustischen Wahrnehmung mit dem Ohr können tieffrequente Schallereignisse auch mit anderen Sinnesorganen wahrgenommen werden: mit dem Tastsinn (taktile) und dem Gleichgewichtssinn (vestibulär). Diese Art der 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. Schluckbewegungen zum Druckausgleich über die eustachische Röhre lindern ihn aber nicht.

Ebenso wie im Bereich des Hörschalls muss auch im Bereich des Infraschalls die Wirkung immer in Abhängigkeit von der Höhe des Schalldruckpegels betrachtet werden. Entscheidend ist insbesondere, ob die Immission die Hör- beziehungsweise Wahrnehmungsschwelle erreicht. Die in Normen beschriebenen Schwellenwerte geben die mediane Hörschwelle beziehungsweise den Schwellenwert, unter dem 90 Prozent der Bevölkerung Infraschall nicht

wahrnehmen an, die individuelle Hörschwelle einzelner Personen kann aber noch niedriger liegen (im tieffrequenten Bereich bis 12 dB).

Je tiefer die Frequenz ist, desto höher muss der Schalldruckpegel – also die Lautstärke – sein, damit der Mensch etwas wahrnimmt. Beispielsweise muss bei 8 Hertz (Hz) der Schalldruckpegel bei 100 Dezibel (dB) liegen, bei 16 Hz hingegen genügen 76 dB. Bei 100 Hz würden 23 dB ausreichen.

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 dauernder Exposition gegenüber tieffrequentem Schall mit niedrigem Schallpegel.

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 Trommelfells.

Als weitere Wirkungen 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. Wahrnehmbarkeitsschwelle 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 Studien am Menschen bisher keine Wirkungen auf das Gehör, auf das Herz-Kreislauf-System oder andere Symptome beobachtet werden.

Die bisherigen Daten weisen darauf hin, dass gesundheitliche Wirkungen von Infraschall erst ab der Hörschwelle auftreten, also nur bei Schall im hörbaren Bereich.

Die folgende Tabelle verdeutlicht exemplarisch, in welchen Schalldruckbereichen Hör- und Wahrnehmungsschwelle sowie Immissionen einer WEA in 250 m Entfernung bei einer mäßigen Prise (6 m/s) liegen:

Frequenz	8 Hz	10 Hz	12,5 Hz	16 Hz	20 Hz
Hörschwelle	103	95	87	79	71
Wahrnehmungsschwelle	100	92	84	76	68,5
Immissionsschalldruckpegel	58	55	54	52	53

Der Schalldruckpegel bei dieser Windgeschwindigkeit wird überwiegend von der Windenergieanlage verursacht. Bei starkem bis stürmischem Wind werden die Geräusche dann allerdings recht schnell überwiegend vom Wind selbst verursacht.

Beim diesem Vergleich der Höhe der Infraschallimmissionen von Windenergieanlagen mit den frequenzspezifischen Hör- und Wahrnehmungsschwellen wird ersichtlich, dass die Immissionen deutlich unterhalb der Hör- und Wahrnehmungsgrenze liegen. Der Infraschall von WEA kann also beim Menschen weder gehört noch anders wahrgenommen werden (selbst wenn die individuelle Hör- bzw. Wahrnehmungsschwelle einzelner empfindlicherer Personen deutlich niedriger liegt [im tieffrequenten Bereich bis 12 dB möglich]).

Gesundheitliche Wirkungen von Infraschall sind erst in solchen Fällen nachgewiesen, in denen die Hör- und Wahrnehmbarkeitsschwelle überschritten wurde. Nachgewiesene Wirkungen von Infraschall unterhalb dieser Schwellen liegen nicht vor.

Da die von Windkraftanlagen erzeugten Infraschallpegel in üblichen Abständen zur Wohnbebauung deutlich unterhalb der Hör- und Wahrnehmungsgrenzen liegen, haben nach heutigem Stand der Wissenschaft Windenergieanlagen keine schädlichen Auswirkungen für das Wohlbefinden und die Gesundheit des Menschen.

Dr. Renken