

Die Beeinträchtigung der Gesundheit und des Wohlbefindens durch die Immissionen von Windkraftanlagen

„Es ist im höchsten Maße unverantwortlich von einem Gesundheitsministerium zu behaupten, dass tieffrequenter Schall keine physiologische Wirkung haben könne, wenn öffentlich zugängliche experimentelle Ergebnisse das Gegenteil beweisen.“

*Das Gesundheitsministerium versagt der Öffentlichkeit den Schutz vor den potenziellen Risiken des niederfrequenten Schalls durch seinen Mangel an objektiver und ausgewogener Beurteilung.“
(aus einem Brief von Prof. A.SALT, Washington University, St. Louis, USA, an das Gesundheitsministerium in Victoria, AUS.)*

So heißt es: „- Schädliche Umweltwirkungen durch Infraschall, die von den Windenergieanlagen ausgehen, konnten bisher nicht belegt werden - . Diese Aussage ist schlicht falsch und außerdem wird verkannt, dass die staatliche Schutzpflicht für Leib und Leben des Menschen nicht erst dann einsetzt, wenn eine Gefahr endgültig bewiesen ist.“

Prof. M. Elicker, Staatsrechtler an der Uni Saarbrücken

Einleitung

Windkraftanlagen (WKA) der neuen Generation von 200 m Höhe und künftig höher sind großtechnische Anlagen, die durch ihre Größe und ihre Art geeignet sind, Beeinträchtigungen von Gesundheit und Wohlbefinden bei Menschen auszulösen.

Während Industrieanlagen ähnlicher Dimensionen in Gewerbegebieten zusammengefasst werden, um die Beeinträchtigung von Menschen zu reduzieren, dürfen WKA in der Nähe, ja sogar in der unmittelbaren Nähe (400 m) von menschlicher Besiedlung gebaut werden. Diese besondere Privilegierung von WKA ist aus ärztlicher Sicht nicht nachvollziehbar. Mittlerweile ist bei den Betroffenen die Akzeptanz gegenüber WKA erheblich eingeschränkt, da nicht zu Unrecht Schäden an der Gesundheit, am Vermögen und an der Umwelt befürchtet werden. Als Ausdruck dieser mangelnden Akzeptanz sind bundesweit bereits ca. 1.000 Bürgerinitiativen gegen WKA aktiv geworden.

Trotz eines weltweit einmaligen rasanten Ausbaus der Windkraft hat es in Deutschland bis dato keine nennenswerte wissenschaftliche Erforschung zu den gesundheitlichen Auswirkungen der verschiedenen Emissionen von WKA gegeben. Von der Befürworterseite und auch vom öffentlichen Gesundheitsdienst werden WKA eine gesundheitliche Unbedenklichkeit bescheinigt, die wissenschaftlich nicht haltbar ist. Denn es existiert bereits ein breites internationales wissenschaftliches Schrifttum, in denen in Feld- und Laborversuchen physische und psychische Beeinträchtigungen durch WKA ermittelt und veröffentlicht wurden.

In der Machbarkeitsstudie des UBA wurden über 1.000 internationale Literaturstellen ausgewertet, und von diesen wurde eine Vielzahl als relevant für die Beurteilung gesundheitlicher Beeinträchtigungen eingestuft. **Hingegen gibt es keine einzige Studie, in der die Unbedenklichkeit der Emissionen von WKA belegt werden konnte.** Hinzu kommt, dass in Deutschland die Gesetzes- und Regelwerke zur Abwehr von Gesundheitsschäden den neuartigen Herausforderungen von WKA nicht gerecht werden. So wird nach der geltenden technischen Regel zum BImSch, der TA Lärm, basierend auf der DIN EN 45680 (gerade in Überarbeitung), Tieffrequenzschall und Infraschall messtechnisch völlig unzureichend erfasst und bewertet. Hieraus ergibt sich für betroffene Bürger der Teufelskreis, dass durch behördliche Messungen im Tieffrequenzbereich nichts erfasst wird, woraus abgeleitet wird, dass die Anlage vor einem emissionsrechtlichen Hintergrund unbedenklich ist und die Beschwerden des Bürgers damit unberechtigt sind.

Zweifellos ist es richtig und wichtig, dass, wie vom RKI bereits 2007 gefordert, Langzeituntersuchungen an WKA durchgeführt werden, andererseits ist das Problem derart dringlich, dass bereits unmittelbar reagiert werden sollte. **Gegenwärtig gibt es nur eine rasch umzusetzende Möglichkeit zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes, indem man den Abstand zwischen den WKA und der menschlichen Besiedelung deutlich erhöht.**

Für Deutschland, das sich international so gerne in einer Spitzenposition sieht, ist es kein Ruhmesblatt, sondern Ausdruck der Missachtung des Grundrechts der Bürger auf Unversehrtheit von Leib und Leben, dass es bei der wissenschaftlichen Erforschung und beim Schutz der Bürger gegenüber den Einwirkungen von WKA weltweit ein Schlusslicht bildet, während andere Länder, wie Portugal, Österreich und Polen, dem Bau von WKA größere Auflagen erteilt haben, um diesen Schutz zu erreichen, und weitere Staaten der zivilisierten Welt, wie Kanada, Australien und Dänemark, Baustopps verfügten, um wissenschaftlichen Forschungsergebnissen nicht vorzugreifen.

Immissionen der WKA

Physiologisch gesehen ist Gesundheit der Zustand eines ursprünglichen Gleichgewichtes, welcher durch Immissionen = Einwirkungen grundsätzlich gestört werden kann. Unter diesen, das natürliche Gleichgewicht störenden Immissionen sind hier alle Arten von Beeinträchtigungen zu verstehen, die von WKA ausgehen können:

- Lärm
- Tieffrequenzschall und Infraschall
- Optische Bedrängung
- Befeuerung, Nachtkennzeichnung
- Periodischer Schattenwurf
- Psychische Reaktionen durch Zerstörung der natürlichen Umwelt

Menschen empfinden die verschiedenen Immissionen als einen Summeneffekt mit mehr oder minder unterschiedlicher Gewichtung der Einzelimmissionen.

Hierzu beispielhaft ein Auszug aus einem Bericht einer Betroffenen (Name ist dem Verfasser bekannt) aus einer dicht mit WKA belasteten Landschaft, dem Hunsrück:

"300 WKA auf engstem Raum, jedes Dorf von 20 - 30 Anlagen umzingelt, permanenter Lärm, nie endend, nachts ständig rot flackernde Warnlichter, drei pro Anlage, viele Hunderte pro Blickfeld, kein Schutz möglich, die Natur durch die Riesenhaftigkeit der WKA, durch Bodenverdichtung, durch die breiten Zufahrtswege zerstört. An Schlaf nicht zu denken, Kopfschmerz, Konzentrationsmangel, geistige Arbeit nicht möglich, Übelkeit, Benommenheit, die Angst vor chronischen Krankheiten wächst. Keiner ist verantwortlich, die Zuständigkeiten zerbröseln zwischen den Fingern. Ein Entfliehen ist nicht möglich, die Häuser im Dorf sind nahezu unverkäuflich geworden. Die Mehrzahl der Bevölkerung in unseren Dörfern ist betroffen". Aus dem Gesicht der ruhig Vortragenden spricht Verzweiflung und Ohnmacht.

Akustische Beeinträchtigungen

WKA sind Energiewandler, die durch Umwandlung der Bewegungsenergie des Windes in Rotationsenergie mithilfe eines Generators elektrische Energie erzeugen können. Dabei kann dem anströmenden Wind maximal 59 % seiner Leistung im Sinne der Energieerzeugung entzogen werden (Betz'sches Gesetz). Moderne WKA erreichen derzeit einen Leistungsbeiwert von 40 %. Der nicht nutzbare Energieanteil des Windes (theoretisch mindestens 41 %) wird in Druckwellen umgewandelt, also Schall.

Die physikalischen Grundlagen von Schall sind periodische Luftdruckschwankungen. Der so erzeugte Schalldruck und die darauf basierende subjektiv empfundene Lautstärke (Lautheit) werden in Dezibel (dB), einer logarithmischen Maßeinheit, gemessen.

Das Hörempfinden nimmt, bei gleichen Schalldruckpegeln, von einem Maximum bei 3 - 4 kHz mit zunehmend tieferen Frequenzen ab und erreicht bei ca. 20 Hz den Wert 0 dB (A), wodurch fälschlicherweise der Eindruck erweckt wird, es sei dort kein Schalldruck vorhanden, der Menschen beeinträchtigen könne.

Da bisher nur der hörbare Schall als gesundheitsrelevant betrachtet wurde, ist auch das Mess- und Bewertungsverfahren für diesen Teil des Hörspektrums ausgelegt. Bei der A-Bewertung werden insbesondere die tiefen Töne progressiv um einen bestimmten Anteil reduziert, sodass der angezeigte Messwert keinen Schalldruck, sondern das normierte menschliche Hörempfinden wiedergibt. Die C-Bewertung ist für die Erfassung tieffrequenter Geräusche besser geeignet, da die Reduktion des Messwerts gering ist, allerdings werden Pegel unterhalb 10 Hz nicht berücksichtigt.

Schall in einem Frequenzbereich von ca. 20 – 20.000 Hz ist hörbar und wird demzufolge als hörbarer Schall bezeichnet; bei abnehmender Empfindlichkeit des Gehörs kann Tieffrequenzschall von ca. 20 – 100 Hz bei entsprechender Lautheit gerade noch gehört werden, Infraschall unterhalb von 20 Hz gilt dagegen als unhörbar.

Da Infraschall (IS) nicht gehört werden kann, ist die Verwendung des Begriffes Hörschwelle als Ausdruck eines Schallpegels, bei dem ein Hörereignis eintritt, nicht sachgerecht, wird aber zum Teil immer noch verwendet. Zweckmäßiger ist es, von einer Wahrnehmungsschwelle zu sprechen. Infraschall wird ab einem bestimmten hohen Schalldruck als Ganzkörpervibration empfunden.

Neuerdings konnte durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt im Rahmen eines internationalen Forschungsprojektes nachgewiesen werden, dass Menschen auch wesentlich tiefere Töne hören können, nämlich schon ab 8 Hz. Das ist eine ganze Oktave tiefer, als der tiefste Ton des bisher angenommenen unteren Hörbereichs. Es konnte, bis zu diesem Frequenzbereich, **eine Erregung des primären auditiven Kortex nachgewiesen werden**. Die Autoren schreiben: „Die Ergebnisse dieses internationalen Forschungsprojektes könnten dazu führen, dass endlich europaweit einheitliche – und bindende – Schutzbestimmungen für diese Grenzbereiche des Hörens eingeführt werden. Die fehlen nämlich bisher.“

Die Lautheit des von den WKA ausgehenden **hörbaren Lärms** ist je nach Größe und Anzahl der Anlagen und der Entfernung unterschiedlich und wird als ein periodisches Geräusch wahrgenommen.

Schallwellen werden über das äußere Ohr an das Innenohr, die Schnecke (Cochlea), weitergeleitet und werden dort in Nervenimpulse umgewandelt ans Gehirn übergeben. Bei entsprechender Lautheit (> 80 dB (A)) und langfristigen Einwirkungen kann hörbarer Schall Schäden am Innenohr in Form von Schwerhörigkeit herbeiführen, auch als aurale Schädigung bezeichnet. Nervenimpulse aus der Cochlea gelangen unter anderem zum Hypothalamus, der ein vegetativ-nervöses und hormonelles Regulationszentrum für den gesamten Organismus darstellt. Lärm zeigt dadurch nicht nur aurale, sondern auch extraaurale Wirkungen in Form von körperlichen Stressreaktionen. Wird der Stress zu einem Dauerzustand, und gerade das ist typisch für Langzeit-Schallimmissionen, so auch von WKA, kommt es zu typischer Stress-Überforderung, die geeignet ist, reversible oder auch irreversible Schäden hervorzurufen oder bereits bestehende Krankheiten zu verstärken. Zu diesen typischen Stressreaktionen gehören:

- Störungen der Konzentration und des Gedächtnisses
- Nervosität, Gereiztheit, Unzufriedenheit, Unausgeglichenheit
- Angst, Unsicherheit, Aggressionen, Apathie
- Chronische Müdigkeit
- Schlafstörungen
- Herz-Kreislaufbeschwerden
- Gastritis, Verdauungsbeschwerden
- Muskuläre Verspannungen

(zitiert nach AEFIS)

Die Beziehungen zwischen Lärm und Stress sind medizinisch tausendfach belegt und bedürfen deshalb hier keiner weiteren Begründung. Aus der Symptomaufzählung wird deutlich, **dass chronischer Stress mehr ist als eine bloße Belästigung, sondern für die Betroffenen von erheblicher gesundheitlicher Relevanz sein kann.**

Im Innenohr werden niederfrequenter Schall und Infraschall (ILFN= infrasound and low frequency noise) einerseits durch das Otolithenorgan des Gleichgewichtssystems, andererseits durch das Hörorgan im engeren Sinne, die Cochlea, registriert und in Nervenimpulse umgewandelt. Die Cochlea enthält innere und äußere Haarzellen, die durch Schwingungen in Resonanz versetzt werden. Die Struktur dieser beiden Haarzellgruppen ist unterschiedlich. Die inneren Haarzellen sind einseitig an der Basalmembran festgewachsen und bewegen sich frei schwingend im Raum, sie sind geeignet, auf höhere Frequenzen anzusprechen und vermitteln den hörbaren Schalleindruck. Die äußeren Haarzellen sind beidseitig an dünne Membranen gebunden, die durch Infraschall in Schwingungen versetzt werden und dadurch empfindlich auf tieffrequenten Schall reagieren. (Quelle: SALT und LICHTENHAN)

Tieffrequenzschall und Infraschall

Die Rotorblätter der WKA gehören gegenwärtig zu den größten und effektivsten Infraschallerzeugern, die es in der Industrie gibt. Daneben gibt es weitere natürliche und technische Quellen für Infraschall. Zu Ersteren zählen Vulkanausbrüche, Erdbeben, Donner, zu Letzteren Gebläse, Biogasanlagen, Kompressoren, Wärmepumpen, Vibratoren, große Motoren u. a. Im Vergleich mit anderen Umweltlärmquellen werden die Schallemissionen von WKA als deutlich störender empfunden.

Als Lärm werden Geräusche bezeichnet, die durch ihre Struktur auf Menschen störend, belastend oder gesundheitsbeeinträchtigend wirken. Ob Schall als Lärm wahrgenommen wird, hängt von der subjektiven Bewertung des Hörers ab. Trotz akustischer Gewöhnung kann Lärm unbewusst weiter auf Körper und Psyche einwirken (U. RICHTER).

An den WKA entsteht ein Spektrum von ILFN, abhängig von der Eigenfrequenz der Rotorblätter, die zumeist deutlich unterhalb von 20 Hz bis 1 Hz und darunter, auftreten kann. Je größer die Anlagen, umso weiter verschiebt sich das Frequenzspektrum in den niederfrequenten Bereich. Die Schallausbreitung und die Schalldurchdringung von niederfrequentem Schall folgen besonderen physikalischen Gegebenheiten, hierzu wird auf Fachliteratur verwiesen. Niederfrequenter Schall wird durch Hindernisse wenig gedämpft und breitet sich demzufolge über viele km aus, IS wurde noch in 10 km Abstand von WKA nachgewiesen (CERENNA). IS wird durch Fenster, Türen und Mauern nur unwesentlich gedämpft, Schallabsorptionsmaßnahmen sind nahezu wirkungslos. ILFN wird über den Ständer der WKA in den Boden geleitet und breiten sich dort als Körperschall aus, der sich in Gebäuden wieder in Luftschall rückverwandelt. Durch Reflexionen können in Gebäuden stehende Wellen erzeugt werden, sodass der Schall innerhalb von Gebäuden lauter sein kann als außerhalb.

Die gesundheitliche Wirkung des Infraschalls ist einerseits an den Schalldruck und andererseits an die besondere Charakteristik der Schallwellen gebunden. Unhörbarer Infraschall ist ein Schalldruck im tieffrequenten Bereich, der zwar nicht gehört, aber nachweisbare physiologische Reaktionen und gesundheitliche Effekte auslöst.

Wie dargelegt, erfolgt die physiologische Verarbeitung von Infraschall im Ohr an anderer Stelle als bei hörbarem Schall, weshalb es sich schon aus diesem Grund verbietet, beide Schallarten in ihren Wirkungen gleichzusetzen. Beide physiologischen Rezeptoren, die äußeren Haarzellen in der Schnecke und das Otolithenorgan im Labyrinth-Gleichgewichtssystem, zeichnen sich durch eine hohe Sensibilität gegenüber niederfrequentem Schall aus.

Prof. ALEC SALT, University of St. Louis, USA, konnte durch elektrophysiologische Messungen am Innenohr, das durch tieffrequente Signale beschallt wurde, nachweisen, dass die äußeren Haarzellen empfindlich auf Tieffrequenzschall reagieren und dass bereits ab 60 dB, und das damit deutlich unterhalb der sog. Hörschwelle, eine Reaktion der äußeren Haarzellen erfolgt, der Schall also registriert wird.

Daraus folgt, dass die äußeren Haarzellen hochempfindlich auf tieffrequente Signale reagieren, ohne dass dies zu einer bewussten Schallwahrnehmung führt, da es bei einer Erregung der äußeren Haarzellen zu einer aktiven Unterdrückung des Hörens der inneren Haarzellen kommt (SALT, LICHTENHAN 2012).

Außerdem zeigte es sich, dass deutlich unterhalb der bislang akzeptierten Schädigungsschwelle durch Dauerbeschallung ein **endolymphatischer Hydrops** (Anschwellung im endolymphatischen Raum) erzeugt wird, was zu gesundheitlichen Beschwerden führt. Seine Ergebnisse wurden von anderen Autoren bestätigt.

SALT zieht aus seinen Untersuchungen folgende Schlussfolgerungen:

- **Der Grundsatz, was man nicht hören kann ist unschädlich, gilt nicht mehr.**
- **Behauptungen wie, es gäbe keine nennenswerten Gesundheitsschäden durch Infraschall, sind beim derzeitigen Stand der Wissenschaft unzweifelhaft falsch.**
- **Es gibt bis heute keine publizierten Studien, die zeigen, dass die langfristige Belastung mit Infraschall unschädlich für den Menschen ist.**
- **Es gibt im Gegenteil zahlreiche Berichte, die zeigen, dass Menschen, die in der Nähe von WKA wohnen, krank werden, mit einer Vielzahl von Symptomen.**

Der gegenwärtige Kenntnisstand ergibt die Zusammenfassung:

Infraschall ist unhörbar, da die Hörbarkeit an die Erregung der inneren Haarzellen geknüpft ist. Unhörbarkeit bedeutet aber keineswegs Unschädlichkeit. Der unhörbare Schalldruck des Infraschalls führt zur Erregung der äußeren Haarzellen und der sensiblen Nerven des Gleichgewichtorgans, die als Nervenimpulse in die verschiedenen Zentren des Gehirns weitergeleitet werden.

Die gesundheitlichen Folgen der zwar nicht gehörten, aber ins Gehirn weitergeleiteten Nervenimpulse sind verschiedenartig, lassen sich in drei Gruppen zusammenfassen:

- **Mechanismus der unbewussten Aufmerksamkeitssteigerung**, Tieffrequenzschall versetzt das Stammhirn in einen Alarmzustand, die Folge: Schlafstörungen, Angst, Panik, Blutdruckanstieg, Konzentrationsstörungen
- **Amplitudenmodulation** durch Empfindlichkeitsänderung der inneren Haarzellen, die Folgen: Pulsation, Unwohlsein, Stresssymptome
- **Endolymphatischer Hydrops**, die Folgen: Unsicherheit, Gleichgewichtsstörungen, Schwindel, Übelkeit, Tinnitus, Druckgefühl im Ohr, Symptome wie bei Seekrankheit (nach SALT)

(Quelle: AEFIS)

Signifikante Veränderungen im EEG (Hirnstrombild) durch Einwirkungen von Infraschall unterhalb der Hörschwelle sind durch WEILER u. a. nachgewiesen worden. Somit liegt ein weiterer eindeutiger physiologischer Beweis vor, dass unhörbarer Infraschall zu Veränderung in der Arbeitsweise des Gehirns führt.

In dem Kolloquium „Tieffrequenter Schall und Infraschall“, Stuttgart, 2012, hielt Prof. KRAHÉ einen informativen Vortrag zu den physischen und psychischen Wirkungen von Infraschall. In seinen Experimenten verwendete er ein Tiefpassrauschen in verschiedener Flankensteilheit der Schallsignale.

Bezüglich der Reaktion im Innenohr zitierte er SALT (SALT, LICHTENHAN, 2012): „So kann tieffrequenter Schall schon nach drei Minuten eine Schwellung des endolymphatischen Raumes (Hydrops), verbunden mit einem Druckausgleich zum Gleichgewichtsorgan, auslösen, was zu Schwindelgefühl und Orientierungslosigkeit führen kann. Er konnte nachweisen, dass Infraschall im unterschwelligem Bereich zu Reaktionen der äußeren Haarzellen führen kann.“

Fazit nach KRAHÉ:

- Der Sensor „Ohr“ scheint gegenüber tieffrequentem Schall weitaus empfindlicher zu sein als bisher angenommen.
- Auch unterhalb der Hörschwelle kann bei sensiblen Menschen eine Empfindung ausgelöst werden. Neben Ohrendruck wird vielfach von mentalen Belastungen berichtet.
- Die zeitliche Zuordnung (Synchronität) von Aktionspotenzialen spielt in der Verarbeitung im Nervensystem eine zentrale Rolle. Sie kann möglicherweise durch tieffrequenten Schall irregulär beeinflusst werden.
- Solche Irregularitäten treten auch bei der Epilepsie auf und sind mit vergleichbaren Symptomen verbunden. Es ist eine herausfordernde Fragestellung, ob und ggf. unter welchen Bedingungen tieffrequenter Schall solche irregulären Prozesse im Nervensystem auslösen kann.
- Im Lärmschutz ist dem Problem „tieffrequenter Lärm“ verstärkt Beachtung zu zollen.

KRAHÉ berichtet weiter, dass in vielen Publikationen die psychische Wirkung von tieffrequentem Lärm untersucht wurde. Beispielhaft nannte er eine Untersuchung der University of Salford, 2005, dort gaben 50 % und mehr der Betroffene folgende Symptome an: **Frustration, Einschlafschwierigkeiten, Schlafstörungen, Furcht, Müdigkeit, Druck im Ohr, Kopfschmerzen, Nervosität und Konzentrationsmangel.**

Diese Symptome werden auch in anderen Publikationen immer wieder genannt, so z. B. von E. PEDERSEN, C. S. PEDERSEN, H. MÖLLER und K. PERSSON WAYE, University of Aalborg, Denmark.

SCHUST analysierte 98 Literaturquellen und stellt die Wirkungen von Infraschall im Tier- und Menschenexperiment auf Gehör und Körper nicht infrage. Die Untersuchungen weisen darauf hin, dass die ILFN-immissionen sowohl bei kontinuierlicher als auch bei kurzzeitiger intensiver Exposition gesundheitliche Schäden verursachen können. Er fand folgende physiologische Veränderungen bei Dauerbelastung durch Infraschall:

- Veränderungen der Hirnströme im EEG
- Herabsetzung der Atemfrequenz
- Verminderung des Sauerstoffpartialdrucks im Blut
- Erhöhung des Blutdrucks
- Vergrößerungen der Erythrozyten (rote Blutkörperchen)
- Durchblutungsstörungen

- Veränderungen der nächtlichen Hormonausschüttung der Nebennierenrinde (Cortisolausschüttung)

Frau NINA PIERPONT, eine belgische Forscherin, die in den USA tätig ist, beschrieb 2009 in Form einer Fallstudie mit statistischer Auswertung die Einwirkung von ILFN von mehreren WKA (1,5 – 3,0 MW, Abstand < 3.000 m) auf 38 Personen. Sie fand einen typischen Beschwerdekomples, den sie, wegen der Gleichartigkeit der Symptomatik, als Windturbinen-Syndrom (WTS) bezeichnete. Hierzu gehören:

- Schlafstörungen
- Herz- und Kreislaufprobleme, Herzrasen, Bluthochdruck
- Kopfschmerzen, Benommenheit, Konzentrations- und Gedächtnisstörungen
- Unruhe, Nervosität, Reizbarkeit
- Lernschwierigkeiten bei Kindern
- Schwindel, Tinnitus
- Übelkeit, Magen-Darmstörungen
- Rasche Ermüdung, verminderte Leistungsfähigkeit
- Atemwegserkrankungen
- Depressionen
- Angst- und Panikattacken

Sie konnte den Beschwerdekomples auf die Reaktion des Otolithenorgans (innerhalb des Gleichgewichtssystems) zurückführen. Ihre in einem Buch ausführlich beschriebene Arbeit wurde, wie wissenschaftlich üblich, Fachkapazitäten zur Beurteilung vorgelegt, die ihre Untersuchung und physiologische Begründung als wissenschaftlich korrekt bezeichnet haben. Sie bezeichnete die Reaktion des Otolithenorgans als äußerst empfindlich, wozu amerikanische Untersuchungen vorliegen.

Es ist, vergleichsweise, nachgewiesen, dass auch Otolithenorgane verschiedener Wirbeltiere, z. B. Fische, extrem empfindlich auf IS reagieren. So können Dorsche Infraschallereignisse im Meer als Warn- und Orientierungssignale über Hunderte km registrieren. Woraus zu schließen ist, dass sehr wahrscheinlich auch Tiere unter IS Einwirkungen leiden. Sehr wahrscheinlich ist diese uralte Warnfunktion unterschwellig ebenfalls beim Menschen angelegt.

Bislang existieren im deutschsprachigen Raum keine ähnlich angelegten Untersuchungen.

Es ist nun verschiedentlich behauptet worden, dass die gesundheitlichen Reaktionen durch Einwirkungen von IS sog. Nocebo-Effekte seien, was bedeuten würde, dass ohne einen ausreichenden Schallreiz, allein durch psychische Abwehrreaktionen, gesundheitliche Symptome simuliert werden.

Nun haben einwandfrei nachgewiesene physiologische Reaktionen auf unterschwelligem Infraschall wissenschaftlich eine höhere Beweiskraft als eine angenommene psychologische Wirkung. **„Es zeugt vielmehr von einem hohen Maß von Voreingenommenheit zu behaupten, es läge ein Nocebo-Effekt vor, wenn durch einwandfreie wissenschaftliche Ergebnisse eine ursächliche Beziehung zwischen Infraschall und physiologischen Reaktionen nachgewiesen werden konnte“.** (SALT)

PIERPONT schreibt hierzu: „... meine Untersuchungen widersprechen eindeutig den Behauptungen, dass Leute, die Befürchtungen oder eine Abneigung gegen die Nähe von Windkraftturbinen zu ihrem Haus hegen, diejenigen sind, die krank werden. Ich zeige, dass das absoluter Unsinn ist.“

Prof. ALVES-PEREIRA, Portugal, beschreibt die Auswirkungen von Infraschall nach der Errichtung von vier WKA in einer Entfernung von 300 und 700 m zu zwei Bauernhöfen in

Portugal. Neben der psychovegetativen Symptomatik litten die Bewohner dieser Gehöfte unter anderem auch an zunehmend manifesten Erkrankungen des Herzens und der Lunge, wobei es sich um eine Einzelbeobachtung handelt. Ja sogar die Pferde auf diesen Bauernhöfen zeigten ein abnormes Verhalten.

CLAIRE PALLER, Ontario, University of Waterloo, Kanada, 2014, untersuchte bei 396 Personen den Zusammenhang zwischen gesundheitlichen Beeinträchtigungen in Abhängigkeit zur Entfernung von WKA. Dabei konnte gezeigt werden, dass mit zunehmender Nähe zu WKA sich die Schlafqualität verschlechterte, während Schwindel und Tinnitus zunahm. **Die statistische Beziehung zwischen der Schlafqualität und der Entfernung zur nächsten WKA konnte statistisch bei einem hohen Signifikanzniveau gesichert werden.** Dadurch ließ sich statistisch sicher belegen, dass WKA einen eindeutigen Einfluss auf die Schlafqualität haben. Da eine Langzeitstörung der Schlafqualität einen wesentlichen Einfluss auf die Gesundheit des Menschen ausübt, kann man hier von einer **schwerwiegenden, dauerhaft nicht hinzunehmenden Beeinträchtigung** ausgehen.

STEVEN COOPER, Australien, hat in Zusammenarbeit mit den Betreibern der Cape Bridgewater Windfarm eine Untersuchung zum Zusammenhang zwischen WKA und gesundheitlichen Beschwerden durchgeführt. COOPER konnte zeigen, dass die Schallimmissionen im Infraschallbereich ein charakteristisches Frequenzbild aufweisen, das sich durch wiederkehrende Frequenzspitzen auszeichnet. Parallel dazu ließ er die betroffenen Bewohner alle zwei Stunden ihre Beschwerden protokollieren. Cooper konnte nun zeigen, dass genau zu dem Zeitpunkt, an dem Frequenzspitzen von 50 – 70 dB auftraten, sich bei den Bewohnern viele Beschwerden registrieren ließen. Durch diese Eindeutigkeit der Beziehung zwischen hohen Frequenzspitzen und Beschwerden bei den Bewohnern konnte COOPER einen deutlichen Zusammenhang zwischen dem Betrieb der WKA und den Beschwerden der Anwohner herstellen.

„Betrachtet man die exemplarisch aufgeführten Untersuchungsergebnisse, wird deutlich, dass Infraschall ab gewissen Pegelhöhen vielfältige negative Auswirkungen auf den menschlichen Körper haben kann. **Zusammenfassend kann gesagt werden, dass viele der negativen Auswirkungen von Infrasschalleinwirkungen die Bereiche Herz-Kreislaufsystem, Konzentration und Reaktionszeit, Gleichgewichtsorgane, das Nervensystem und die auditiven Sinnesorgane betreffen. Probanden klagten häufig über Schwindel und Unbehaglichkeitsempfindungen bei Infrasschallexposition...** Vergleicht man die Untersuchungsergebnisse, wird deutlich, dass negative Auswirkungen von Infraschall im Frequenzbereich unter 10 Hz auch bei Schalldruckpegeln unterhalb der Hörschwelle nicht ausgeschlossen sind.“ (Zitat aus der Machbarkeitsstudie)

Damit ist die Behauptung, die immer noch von Befürwortern von WKA verwendet wird, der Infraschall von WKA sei deshalb unschädlich, da er sich unterhalb der Hör- bzw. Wahrnehmungsschwelle bewege und damit nicht gehört wird, falsch. Diese Ansicht muss mittlerweile als widerlegt gelten.

Optische Einwirkungen

Menschen orientieren sich überwiegend über die visuellen Funktionen des Auges. Da die optische Wahrnehmung über die Augen nicht ausgeblendet werden kann, sind Beeinträchtigungen im Blickfeld hochrelevante chronische Stressoren.

Die Riesenhaftigkeit der Anlagen, die überwiegend in unverbaute Landschaft oder in den Wald gestellt werden (Höhe Waldbäume ca. 25 m, WKA = 200 m), erzeugt eine optische Bedrängung, die als chronischer Stressor geeignet ist, das Wohlbefinden, dauerhaft auch die Gesundheit der Betroffenen erheblich zu beeinträchtigen.

Ich kann mich nicht der Auffassung anschließen, dass bei einem Minimalabstand, der etwa der zweifachen Höhe der Anlagen entspricht, diese optische Bedrängung entfällt. Man kann sich durch Augenschein davon zu überzeugen, dass in 400 m Entfernung die Anlagen immer noch riesenhaft wirken. Meines Wissens liegen keine Untersuchungen darüber vor, ab welchem Abstand zu den 200-m-Anlagen die optische Bedrängung aufgehoben wird, jedenfalls sollte der Abstand deutlich größer sein, als es gegenwärtig nach der Rechtslage möglich ist.

Abhängig vom Stand der Sonne über dem Horizont und ihrer Stellung hinter der Anlage entsteht durch die Rotation der Flügel ein periodischer Schattenwurf, durch den Wohngebäude betroffen sein können. In diesem Fall würde ein ständiger schneller Wechsel zwischen Licht und Verschattung, z. B. im Garten oder durch die Fenster des Wohngebäudes, erfolgen. Es ist auf der Hand liegend, dass solch ein zyklischer Lichtwechsel einen erheblichen Stressfaktor darstellt und die Benutzung eines Wohnraumes während des periodischen Schattenwurfs nahezu unmöglich macht. In diesem Zusammenhang verdienen die Empfehlungen der Schattenwurfhinweise des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI 2002) Beachtung. Nach diesen Hinweisen soll die Verschattung nicht mehr als 30 Stunden pro Kalenderjahr und nicht mehr als 30 Minuten pro Kalendertag betragen.

Meines Wissens gibt es, abgesehen von einer Untersuchung von MAUSFELD u. a. im Labor, keine Untersuchungen zu den gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch Schattenwurf, auf die sich diese Länderempfehlung stützen kann.

Aus meiner ärztlichen Sicht sollte die Beeinträchtigung von Wohngebäuden durch Schattenwurf gänzlich ausgeschlossen werden.

Dunkelheit bedeutet für Menschen eine Zeit der Erholung, der Entspannung und des Schlafes. Störungen der Nachtruhe stellen deshalb eine erhebliche stressende Beeinträchtigung dar. Die Nachtkennzeichnung durch ständig kurzzeitiges Blinken roter Lichter ist mit einer erheblichen gesundheitlichen Belastung verbunden. Dieses Blinken kann durch betroffene Personen weder abgestellt noch ausgeblendet werden. Abendliche Tätigkeiten werden erheblich beeinträchtigt. Maßnahmen zum Schutz vor diesen Immissionen sind teilweise weder möglich, wie z. B. Wechsel des Schafrums, oder mit erhöhtem Aufwand verbunden oder gesundheitsschädlich, wie die permanente Einnahme von Schlafmitteln.

Auch bei den optischen Beeinträchtigungen kann man von einer Summenwirkung ausgehen, die insgesamt sich zu einem negativen Dauerstress summieren. Tagsüber die bedrängende Größe der Anlagen, die zeitweise ein periodisches Flackern im Garten oder in den Wohnräumen, mit Eintritt der Dunkelheit ständiges Blinken und Blitzen die ganze Nacht über. Siehe hierzu auch den kurzen Bericht einer Betroffenen oben.

Psychologische Beeinträchtigung durch Zerstörung der natürlichen Umwelt

Als Reaktion auf die fortschreitende Naturzerstörung durch den technischen Fortschritt und die bislang nicht gestoppte Artenverarmung durch eine zunehmend stärkere Beanspruchung der natürlichen Umwelt messen immer mehr Bürger dem Schutz einer natürlichen Umwelt eine große Bedeutung bei. Viele Menschen sind mit ihrer Landschaft, ihrem Wald tief emotional verbunden.

Ein erheblicher Teil der WKA wird in bis dato unzerstörte Wälder gestellt. Bekanntlich müssen zur Anlage von Windparks viele Hektar Wald gefällt werden, der Boden wird verdichtet, zum Teil versiegelt, breite Zufahrtswege werden angelegt und müssen dauerhaft unterhalten werden. Die ohnehin in Deutschland schon sehr kleinflächig zerschnittenen Waldgebiete werden weiter ausgehöhlt. Ein Waldbaum braucht ca. 100 Jahre, bis er wieder seine volle Größe erreicht hat, und damit zu einem wichtigen Stabilisator des Klimas wird.

Gesundheit ist, wie dargelegt, ein Gleichgewichtszustand zwischen Stress und Erholung. Da Arbeit und Leben der meisten Bürger heutzutage immer stressiger werden, ist es unabdingbar notwendig, dass auch ausreichende Möglichkeiten zur Erholung bestehen. Gerade an den Wochenenden zieht es Tausende Bürger in die Wälder, um sich dort in verschiedener Weise zu erholen. Ein Windpark hat keine Erholungsfunktion.

Zur **psychologischen Beeinträchtigung** trägt nicht nur der Verlust von lebenswerter natürlicher Umgebung und heimatstiftender Landschaft bei, sondern auch die zunehmend auftretenden Gefühle der Alternativlosigkeit, der Einschränkung der Entscheidungsfreiheit und des Verlustes der persönlichen Selbstbestimmung. Durch die ständige und unausweichliche Präsenz des Auslösers wird das Gefühl der Hilflosigkeit und des Ausgeliefertseins noch verstärkt. Durch diesen Dauerstress treten die oben beschriebenen Folgeerscheinungen auf. (zitiert nach AEFIS)

Was augenscheinlich ist, benötigt nicht unbedingt einer wissenschaftlichen Untersuchung. So sei in diesem Zusammenhang die Bitte einer Mutter zitiert, die im Rahmen einer Anhörung bei einer Regionalplanung von Windkraftvorranggebieten die Planer bat: „**Ich bitte für meine Kinder, dass der Wald hinter unserem Ort nicht zerstört wird. Ich möchte, dass meine Kinder in einer unzerstörten Umwelt aufwachsen können.**“

Die beschönigende Bezeichnung Windpark verschleiert, dass es sich hiermit um Industrieanlagen handelt. Industrieanlagen haben bekanntlich nichts im Wald zu suchen. In der Summe, deutschlandweit betrachtet, erleben wir gegenwärtig einer der größten Natur- und Waldzerstörung in der Neuzeit.

Wie hoch ist der Anteil gesundheitlich Betroffener durch Immissionen der WKA?

Die Auswertung der internationalen wissenschaftlichen Literatur lässt eine eindeutige Aussage zu, dass WKA Menschen nicht nur krank machen können, sondern Menschen tatsächlich krank gemacht werden.

Der Kenntnisstand der meisten Mediziner, vieler Umweltmediziner und z.T. auch der Gesundheitsämter zu den von WKA ausgehenden Beschwerdekplexen ist gering. Das Windturbinen-Syndrom ist kaum bekannt, Beschwerden werden anderen Ursachen zugeordnet, und so verwundert es nicht, dass es angeblich in Deutschland keine Windkraft betroffenen Bürger gibt. Auch die Aufklärung durch Fachzeitschriften und Fachgesellschaften befindet sich noch im Anfangsstadium.

Es wird deshalb in Deutschland behauptet, dass der Anteil der Menschen, die mit gesundheitlichen Beeinträchtigungen auf Infraschall reagieren, gering sei, es sich um Einzelfälle handeln würde.

In der Tat existieren kaum belastbare Untersuchungen zur Häufigkeit der Infraschallbeschwerden. Allerdings gibt es Quellen, aus denen geschlossen werden kann, dass der Anteil der gesundheitlich Betroffenen in der Bevölkerung einen größeren Anteil ausmacht.

Hierzu einige Beispiele:

Von den 38 Personen, die PIERPONT untersucht hat, die innerhalb eines 3-km-Radius zu mehreren WKA im MW-Leistungsbereich wohnten, wiesen 2/3 Symptome des Windturbinen-Syndroms auf. Dabei sind diese Symptome nicht dem Bereich zunehmender Belästigungen zuzuordnen, sondern die Symptomatik war so schwerwiegend, dass die Mehrzahl der beeinträchtigten Familien es vorzog, aus dem Gefährdungsbereich wegzuziehen.

In Dänemark hat man infolge massenhafter Beschwerden Betroffener, die in der Nähe von WKA wohnten, eine Studie initiiert, in der die Beziehung zwischen Tieffrequenzschall und Gesundheitsbeschwerden auf breiter Front untersucht wird. Bis zur Fertigstellung dieser Studie wurde der Bau von neuen WKA nahezu eingestellt (Welt, 02.03.15), also auch hier waren es nicht nur Einzelne.

2013 haben zwei schwedische HNO-Ärzte, H. ENBOM und I. M. ENBOM (Läkartidningen, August 2013), aufgrund ihrer Tätigkeit als HNO-Ärzte eine Arbeit zu den Ursachen und der Häufigkeit von gesundheitlichen Beschwerden von Anwohnern, die in der Nähe von WKA wohnen, veröffentlicht. Sie kommen dabei zu **der Auffassung, dass ca. 30 % der Anwohner** in größerem oder geringerem Umfang von WKA verursachte Beschwerden haben. Sie beschreiben hierzu: „Es ist keine Frage eines Lärmschadens im herkömmlichen Sinne, sondern die Wirkung davon, dass ein ständig pulsierender Schalldruck den Druck im Innenohr ändert und das Sinnesorgan reizt. Man kann das vergleichen mit einem pulsierenden oder flimmernden Licht – viele belästigt das kaum, während Personen mit sensorischer Empfindlichkeit Beschwerden bekommen können. Bekanntermaßen kann flimmerndes Licht sogar Epilepsien auslösen. In ähnlicher Weise verursacht der pulsierende, nicht hörbare Infraschall von WKA beträchtliche Beschwerden. **Diese Beschwerden können chronisch werden, Invalidität verursachen, zu Angstzuständen und Depressionen führen, das Herzinfarktrisiko erhöhen**“.

Eine umfangreiche Sammlung von Fachbeiträgen und Informationen zu den negativen Folgen des Windkraftausbaus in Deutschland wurde auf der Internetseite www.windwahn.de (Studiensammlung zum Thema Infraschall und Tieffrequenzschall) zusammengetragen. Zahlreiche wissenschaftliche Publikationen zum Zusammenhang zwischen Windkraftimmissionen und Gesundheit sind dort gesammelt und zitiert. Dazu gibt es eine Reihe von Beispielen gesundheitlich betroffener Anwohner, aus denen eines deutlich wird, dass auch in Deutschland der Anteil der Gesundheitsbeeinträchtigten sich nicht nur auf wenige Einzelpersonen beschränkt.

An den Autor, der durch Vorträge und Artikel zu den Gesundheitsbeschwerden durch ILFN bekannt geworden ist, haben sich im Laufe der Zeit Hilfe suchend Betroffene gewandt. Durch Interviews oder Fragebögen konnten windkraftabhängige von Symptomen anderer Genese abgegrenzt werden. Aus dieser praktischen ärztlichen Tätigkeit lässt sich zwar der Anteil Betroffener in Deutschland nicht quantifizieren, zumindest wird aber eines deutlich, dass es durch WKA-Immissionen (und durch ILFN Immissionen aus anderen technischen Quellen) Betroffene in Deutschland gibt.

Das Infraschallsyndrom ist in seiner Wirkung auf das Gleichgewichtsorgan mit einer Kinetose – Seekrankheit - vergleichbar, die ebenfalls durch niederfrequente Schwingungen, Seegang, ausgelöst wird. Auch bei der Seekrankheit sind es nicht Einzelpersonen, die seekrank werden, sondern eine Vielzahl.

Der Autor kann sich deshalb nicht der Meinung anschließen, dass nur Einzelpersonen durch Infraschall erkranken. Nach den genannten und noch weiteren Quellen liegt man wohl nicht ganz falsch, wenn man von 10 – 30 % Betroffener ausgeht, die mehr oder minder schwere Symptome aufweisen.

Eines aber wird deutlich, dass die physiologischen Wirkungen von unterschwelligem Infraschall, ein Phänomen, das erst in den letzten Jahrzehnten in den Industriegesellschaften an Relevanz gewann, eben deshalb, weil es neueren Datums ist, bislang unterschätzt werden.

Schutz vor Tieffrequenzschall und Infraschall

„Die physikalischen Gegebenheiten, die der nahezu ungehinderten Ausbreitung von Tieffrequenzschall und Infraschall zugrunde liegen, sind dieselben, die einen wirksamen Lärmschutz gegenüber diesen Schallarten durch Dämmung sehr erschweren. Sollen effektive bauliche Schallschutzmaßnahmen getroffen werden, so ist der Aufwand bezüglich eingesetzter Massen oder Volumina umgekehrt proportional zu den Frequenzen.“ (zitiert aus Machbarkeitsstudie)

Gegenwärtig gibt es nur eine Möglichkeit, um Gesundheitsschäden durch WKA zu begrenzen, und die besteht darin, dass der Mindestabstand zwischen den WKA und der Wohnbebauung ausreichend groß sein sollte damit Beeinträchtigungen der Gesundheit oder schwerwiegende Belästigungen sowie Störungen des Nachtschlafes mit ausreichender Sicherheit ausgeschlossen werden können.

Die zurzeit in Deutschland geltenden Mindestabstände von 700 – 1.000 m und für Außengehöfte von nur 400 m! sind eindeutig zu gering, um die Anwohner vor Gesundheitsbeeinträchtigungen durch die neuen sehr hohen WKA zu bewahren.

Wegen der Besonderheiten der Schallausbreitung und -absorption des Infraschalls ist die Vorgabe von festen Abständen problematisch, die Forschungen hierzu sind noch nicht ausreichend.

Deshalb ist der dänische Weg, wissenschaftlich auf breiter Basis die Beziehungen zwischen den Infraschallemissionen, Abständen und gesundheitlichen Schäden zu erforschen, und in dieser Zeit den Bau von neuen WKA auszusetzen, die richtige Antwort, deren Übernahme auch für Deutschland dringlich empfohlen werden kann.

Da eine große Anzahl von Neuanlagen geplant ist, sollte ungeachtet der obigen Feststellung, in Deutschland rasch gehandelt und die bisherigen zu geringen Mindestabstände deutlich vergrößert werden, deshalb ist es am praktikabelsten, wenn als Richtschnur für den Mindestabstand das Zehnfache der Anlagenhöhe gelten soll, für ein 200-m-Windrad sind das 2.000 m Abstand.

Zusammenfassung

Die gesundheitliche Beeinträchtigung von Bürgern ist eines der wesentlichen Konfliktfelder, die beim weiteren Ausbau von WKA zu berücksichtigen sind.

WKA sind die Quellen einer Reihe von Emissionen, die die Gesundheit nachhaltig beeinträchtigen können, hierzu zählen: Tieffrequenzschall und Infraschall, hörbarer Schall, optische Bedrängung, periodischer Schattenwurf, nächtliche Befeuerng sowie Zerstörung der natürlichen Umwelt.

Es ist mittlerweile wissenschaftlich erwiesen, dass negative gesundheitliche Folgen durch die Einwirkung von ILFN bereits deutlich unterhalb der sog. Hör- bzw. Wahrnehmungsschwelle auftreten.

Wissenschaftler, wie z. B. PALLER, COOPER und PIERPONT, konnten Beeinträchtigungen der Gesundheit von zum Teil erheblicher Relevanz eindeutig auf die IS-Immissionen von in der Nähe betriebenen WKA zurückführen.

SALT konnte die physiologischen Grundlagen der Reaktionen an den äußeren Haarzellen im Innenohr durch unterschwelligem Infraschall erhellen. Es gibt eine ganze Reihe von wissenschaftlichen Einzelarbeiten, in denen Reaktionen im EKG oder EEG auf Infraschalleinwirkungen nachgewiesen werden konnten.

PIERPONT hat das von ihr gefundene Beschwerdesyndrom mit einem eigenen Krankheitsbegriff, dem Windturbinen-Syndrom bezeichnet, hierzu gehören folgende Hauptsymptome: **Schlafstörungen, Herz- und Kreislaufprobleme, mentale Beeinträchtigungen, Angst und Panikzustände, Schwindel, Übelkeit, Tinnitus, Depressionen und Atemwegsbeeinträchtigungen.**

Ausreichende Untersuchungen zur Häufigkeit des Auftretens von Gesundheitsbeeinträchtigungen bei Betroffenen existieren noch nicht. Schwedische HNO-Ärzte haben geschätzt, dass der Anteil der von einer Gesundheitsproblematik Betroffenen zwischen 10 – 30 % liegen könne.

Auch in Deutschland sind Bürger von einer gesundheitlichen Infraschallsymptomatik betroffen. Da eine systematische Erfassung bisher nicht erfolgt ist, ist eine Quantifizierung nicht möglich.

Nach dem gegenwärtigen Stand sind bundesdeutsche Bürger durch Gesetze, Regeln und Vorschriften vor den negativen gesundheitlichen Folgen der Immissionen von WKA nicht ausreichend geschützt. Die Vorschriften, die vor den Gefahren der neuartigen Großwindanlagen schützen sollen, beruhen nicht auf medizinisch wissenschaftlichen Forschungen. Eine umfangreiche Zusammenhangsforschung zwischen den Immissionen der WKA und deren gesundheitlichen Folgen ist in Deutschland bislang unterblieben. Bis solide wissenschaftliche Ergebnisse vorliegen, dürfte ein Zeitraum von vielen Jahren verstreichen. Da der Ausbau von Windenergieanlagen in Deutschland massiv vorangetrieben wird, ist rasches Handeln erforderlich.

Eine geeignete Handlungsoption stellt das dänische Modell dar, in dem der weitere Ausbau von WKA so lange ausgesetzt wird, bis aus den Ergebnissen staatlicher Forschungsprogramme ausreichende Schutzmaßnahmen hergeleitet werden können.

Da der Bund über die Länderöffnungsklausel Abstände bis zur 10-fachen Anlagenhöhe zulässt, sollte als dringlich gebotene Sofortmaßnahme eine ausnahmslose Erhöhung der Mindestabstände nach der Formel $10 \times h$ angestrebt werden.

Weil in Deutschland bereits eine außerordentliche Vielzahl von Anlagen erstellt wurde (ohne das in einem Bundesplan die benötigte Anzahl von Anlagen festgelegt sind), besteht kein besonderer Grund mehr für eine Privilegierung dieser Anlagen nach dem Baurecht, diese sollte sofort aufgehoben werden.

Der Wald als wesentlicher Klimafaktor, als bedeutende ökologische Ressource und von unschätzbarem Erholungswert für die Menschen sollte grundsätzlich nicht mit WKA bebaut werden.

Dr. med. Bernhard Voigt
Facharzt für Arbeitsmedizin
76571 Gaggenau, 30.11.2015
dr.b.voigt@t-online.de

Literaturverzeichnis

1. Ärzte für Immissionsschutz, AEFIS, Positionspapier zu Gesundheitsrisiken beim Ausbau der Erneuerbaren Energien, Link: <http://www.aefis.de>
2. Bartsch R., Dr., Die biologische Wirkung von luftgeleitetem Infraschall, Friedrich-Schiller-Uni Jena, 2007
3. Alves-Pereira M., Erisa Lusofa University, Lisboa, Portugal, Im Wohnhaus vorhandene Lärmimmission von Windkraftanlagen (WKA) ist ein Auslöser der vibroakustischen Krankheit (VAK) Second international Meeting on Wind Turbine Noise, Lyon, France, 2007
4. Alves-Pereira M., Branco NAAC., Vibroacoustic disease: biological effects of infrasound and low-frequency noise explained by mechanotransduction cellular signalling, Progress in Biophysics and Molecular Biology 2006; 93, no. 1-3: 256-79
5. Wolfgang B., Cardiovascular effects of noise, Editorial commentary, Noise Health 2011;13:201-4, Link: <http://www.noiseandhealth.org/text.asp?2011/13/52/201/80148>
6. Bill: Wind turbines (Minimum Distances from Residential Premises) Link: <http://www.publications.parliament.uk/pa/ld201011/ldbills/017/11017.1-i.html>, orderd to be Printed, 14th May 2012
7. Bund-Länder Initiative Windenergie, Überblick zu den landesplanerischen Abstandsempfehlungen für die Regionalplanung zur Ausweisung von Windenergiegebieten, Januar 2012
8. Castelo Branco N., Alves-Pereira M., Vibroacoustic disease, Noise & Health 2004 [cited 2012 Sep 26]; 6:3-20, available from: <http://www.noiseandhealth.org/text.asp?2004/6/23/3/31667>
9. Ceranna L., Hartmann G., Henger M., Der unhörbare Lärm von Windkraftanlagen – Infraschallmessungen an einem Windrad nördlich von Hannover, BGR, Referat B3.11, Seismologie Hannover, 2006
10. Chao P., Yeh C., Juang Y., Hu C., Chen C., Effect of low frequency noise on the echocardiographic parameter E/A ratio, Noise Health [serial online] 2012 [cited 2012 Sep 4];14:155-8, available from: <http://www.noiseandhealth.org/text.asp?2012/14/59/155/99881>
11. Chen Yuan Huang Qibai, Hanmin Shi, An Investigation on the Physiological and Psychological Effects of Infrasound on Persons, Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, 2004, Link: <http://docs.wind-watch.org/EffectsOfInfrasound.pdf>
12. Cooper St., The results of an acoustic testing program Cape Bridgewater windfarm, 44.5100.R7; MSC, prepared for: Energy Pacific (Vic) Pty Ltd., Level 11, 474 Flinders Street, Melbourne VIC 3000, 26. Nov. 2014
13. Dommes E.I., Ist Infraschall hörbar? – eine fMRT-Studie zur Stimulierbarkeit des auditorischen Kortex durch Infraschall und niedrigfrequente Töne -, Dissertation aus der Abteilung Neuroradiologie der Medizinischen Fakultät Charité, Universitätsmedizin Berlin, 16.05.2010
14. Elicker. M., Prof., Langenbahn, A., 2014 Gefährdung der menschlichen Gesundheit durch Großwindanlagen, Link: <http://www.windkraft-anwalt.de>
15. Feldmann und Jakob, Tieffrequenter Wohnlärm; in: Deutsche Gesellschaft für Akustik, (Hrsg.), a. O., Bd. I, 2006, S. 97 f.
16. Feldmann J., Pitten F. A., Effects of low frequency noise on man-a case study, Noise Health [serial online] 2004 [cited 2012 Sep 4];7:23-8, available from: <http://www.noiseandhealth.org/text.asp?2004/7/25/23/31650>

17. Frey B. J., Hadden P. J., (2007), Noise radiation from wind turbines installed near homes, Link: <http://www.psc.nd.gov/database/documents/08-0034/105-010.pdf>
18. Genuit K., Dr., Tiefe Frequenzen sind nicht gleich tiefe Frequenzen – Tieffrequente Geräuschanteile und deren (Lärm-)Wirkungen, (LFN does not equal LFN – LF components of sound and their effects (on man)), HEAD acoustics GmbH, Conference paper – DAGA 2007. Link: http://www.head-acoustics.de/downloads/messen/DAGA_2007_Tiefe_Frequenzen_ge.pdf
19. Hanning Ch., Dr., BSc, MB, BS, MRCS, LRCP, FRCA, MD, Wind Turbine Noise, sleep and health, On behalf of the Northumberland & Newcastle Society, July 2012, peer reviewed paper, Link: <http://tinyurl.com/cf4a83h>
20. Haruka Tamura, Nobutaka Ohgami, Ichiro Yajima, Machiko Iida, Kyoko Ohgami, Noriko Fujii, Hiroyuki Itabe, Tastyua Kusudo, Hitoshi Yamashita, Masashi Kato Chronic Exposure to Low Frequency Noise at Moderate Levels Causes Impaired Balance in Mice, (PLoS ONE: Research Article, published 29 Jun 2012 10.1371/journal.pone.0039807). Link: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0039807>
21. Müller zum Hagen H., Dr., Univ. Prof. i. R., Artinger G., Dipl.-Physiker Dipl.-Ing., VDI, Kommentierung verschiedener Studien und Berichte über Infraschall, Link: www.umweltmessung.com
22. Herzog, Infraschall - die nichthörbare und unsichtbare Gefahr, Arbeitsgruppe Windräder, Link: <http://www.bi-fichtenwalde.de/Wind%20Infraschall.html>
23. Hoischen L., Weigl J., Wolfrum O. u. a., Darmstädter Manifest zur Windenergienutzung in Deutschland, 2005
24. Kasprzak C., The Influence of Infrasonds on the Electrocardiograph Patterns in Humans, Department of Mechanics and Vibroacoustics, Faculty of Mechanical Engineering and Robotics AGH University of Science and Technology, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Poland, Link: <http://przyrbwn.icm.edu.pl/APP/PDF/118/a118z1p20.pdf>
25. Kelley, N. D., A Proposed Metric for Assessing the Potential of Community Annoyance from Wind Turbine Low-Frequency Noise Emissions, Conference paper, WindPower '87, 1987. Link: <http://www.nrel.gov/docs/legosti/old/3261.pdf>
26. Krahe D., Prof. Dr. ing., Vortrag – Psychologische und physiologische Wirkung von Infraschall, 18. Umwelttoxikologisches Kolloquium – Tieffrequenter Schall und Infraschall, Stuttgart, 18. Oktober 2012
27. Krahe D., Prof. Dr. ing., Detlef: Tieffrequenter Lärm- nicht nur ein physikalische Problem, 2010
28. Krahe D., Prof. Dr. ing., Why is sharp-limited low-frequency noise extremely annoying? Conference paper - Acoustics08 Paris. Link: <http://docs.wind-watch.org/Krahe-low-frequency-noise-annoying.pdf>
29. Krahe D., Prof. Dr. ing., u.a., Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall, im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA), Texte 40/2014
30. Kröling P., Gesundheits- und Befindensstörungen in klimatisierten Gebäuden, Zuckschwerdt Verlag München, 1985
31. Krogh C., Jeffrey R., Aramini J., Corner B., Wind turbine noise perception, pathways and effects: a case study, conference paper, InterNoise 2012. Link: <http://docs.windwatch.org/Krogh%20et%20al%20-%20Wind%20Turbines%20-%20Noise%20Perception%20and%20Health.pdf>
32. Kubicek R., Dr., Schutz vor tieffrequenten Geräuschen – Anforderung an Messung und Beurteilung, Staatliches Umweltfachamt Chemnitz, Seminar Geräuschemissionen und -immissionen bei tiefen Frequenzen, Reinhardtsgrimm, Dezember 2003

33. Kubicek R., Dr., DIN 45680 und Beiblatt 1 Beurteilung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft, IHK Südwestsachsen, 10. Chemnitzer Fachseminar Schall-Immissionsschutz, November 2007
34. Kuck E., Dr., u. Ärzteforum Emissionsschutz, Bad Orb, Gefährdung der Gesundheit durch Windkraftanlagen (WKA)
35. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Materialien Nr. 63, Windenergieanlagen und Immissionsschutz
36. Literatursammlung zu Einwirkungen von WKA, Link: <http://www.windwahn.de/index.php/wissen/hintergrundwissen/studien-sammlung-zum-thema-infraschall-und-tieffrequenter-laerm/>
37. Lichtenhan J.T., Salt A.N., (In Press) Amplitude modulation of audible sounds by non-audible sounds: Understanding the effects of wind turbine noise, Proceedings of Meetings on Acoustics by the Acoustical Society of America,
38. Maschke u. a., Tieffrequente Schallbelastung und Schlaf – aktueller Kenntnisstand; in: Deutsche Gesellschaft für Akustik (Hrsg.), Fortschritte der Akustik, 2006
39. Michaud D. S., PhD, Keith S. E., PhD, Feder K., PhD, Bower T. MSc, Health Impacts and Exposure to Wind Turbine Noise: Research Design and Noise Exposure Assessment, Health Canada, 2012
40. Møller H., Pederson Ch. S., Tieffrequenten Lärm von großen Windkraftanlagen, Übersetzung der dänischen Studie „Lavfrekvent støj fra store vindmøller“, Aalborg Universität, 2010
41. Møller H., Pederson Ch. S., Hearing at low and infrasonic frequencies, Noise & Health, 2004; 6, no. 23: 37-57
42. Nissenbaum M., MD, Aramini J., PhD, Hanning Ch., MD, Adverse health of industrial wind turbines: a preliminary report, 10th International congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN), London, 2011
43. OLG München. Impulshaltigkeit bei Enercon E-82, Link: <http://www.windwahn.de/index.php/news/gerichte/olg-muenchen-impulshaltigkeit-bei-enercon-e-82>, 16.12.2012
44. Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Kann man „unhörbaren“ Schall hören?, Link: <https://idw-online.de/de/news63462>, 10.07.2015
45. Paller C., Exploring the Association between Proximity to Industrial Wind Turbines and Self-Reported Health Outcomes in Ontario, Canada, Master thesis, University of Waterloo, Ontario, Canada, 2014
46. Park J., Robertson J., A portable infrasound generator, Infrasound Laboratory, University of Hawaii, 2009 Acoustical Society of America DOI: 10.1121/1.3093797 Link: http://jpark.us/pubs/JASA_125%284%29_PortableInfrasound_2009.pdf
47. Pedersen E., Persson Wayne K., (2004), Perception and annoyance due to wind turbine noise - a dose-response relationship, Department of Environmental Medicine, Göteborg University, P.O. Box 414, SE-405 30 Göteborg, Sweden, in: J Acoust Soc Am 116: 3460–3470. Link: <http://www.proj6.turbo.pl/upload/file/263.pdf>
48. Philips Carl V., Properly Interpreting the Epidemiologic Evidence About the Health Effects of Industrial Wind Turbines on Nearby Residents, Populi Health Institute, Wayne, PA, USA, Bulletin of Science, Technology & Society August 2011 31: 303-315, doi:10.1177/0270467611412554, Link: <http://bst.sagepub.com/content/31/4/303.abstract>
49. Physiological Health and Wind Turbines – The Society for Wind Vigilance, Link: <http://www.windvigilance.com/about-adverse-health-effects/psysiological-health-and-wind-turbines>, 16.12.2012

50. Pierpont N., MD, PhD, Wind Turbine Syndrome – A Report on a Natural Experiment, Santa Fe / New Mexico, K-Selected Books, 2009
51. Pierpont N., MD, PhD, Wind Turbine Syndrome and brain, Santa Fe / New Mexico, K-Selected Books, 2010, “First International Symposium on the Global Wind Industry and Adverse Health Effects: Loss of Social Justice?”, Picton, Ontario, Kanada, 30.10 2010
52. Proposed Case Definition: Adverse Health Effects And Industrial Wind Turbines – The Society for Wind Vigilance, Link: <http://www.windvigilance.com/about-adverse-health-effects/proposed-case-definition-adverse-effects-and-industrial-wind-turbines>, 16.12.2012
53. Punch J., James R., Pabst D., Wind-Turbine Noise What Audiologists Should Know, Audiology Today Juli/August 2010, 20-31
54. Punch J., Pabst; **Wind-Turbine Noise – What Audiologists Should Know**, Audiology Today, Jul/Aug Issue 2010, Link: <http://legalelectric.org/f/2010/07/rj-03-windturbinenoise-2010-july-aug-audiology-today.pdf>
55. Quambusch E., Prof. Dr., Lauffer M., Infraschall von Windkraftanlagen als Gesundheitsgefahr
56. RKI - Infraschall und tieffrequenter Schall – ein Thema für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz in Deutschland?, Bundesgesundheitsbl. 12/2007, 50:1582-1589
57. Salt A.N., Hullar T.E., Responses of the Ear to Low Frequency Sounds, Infrasound and Wind Turbines, Hearing Research 2010; 268: 12-21
58. Salt A.N., Kaltenbach J.A., Infrasound from Wind Turbines could Affect Humans, Bulletin of Science, Technology & Society 31, 296-302, 2011
59. Salt A.N., Lichtenhan J.T., Gill R.M., Hartsock J.J. Large endolymphatic potentials from low-frequency and infrasonic tones in the guinea pig, J. Acoust Soc. Am. 2013, 133: 1561-1571
60. Salt A.N., Lichtenhan J.T., Perception-based protection from low-frequency sounds may not be enough, Proceedings of InterNoise 2012, New Yourk, 2012
61. Salt A.N., Lichtenhan J.T., Responses of the Inner Ear to Infrasound, Proceedings of the Fourth International Meeting on Wind Turbine Noise, Rome Italy April 2011
62. Salt, A.N, Acute endolymphatic hydrops generated by exposure of the ear to nontraumatic low frequency tone, JARO 5, 203-214 (2004), Link: <http://www.springerlink.com/content/6p7hnkr4gcbhaxq3/fulltext.pdf>
63. Schust M., Biologische Wirkungen von vorwiegend luftgeleitetem Infraschall, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Wirtschaftsverlag NW,
64. Schust M., Effects of low frequency noise up to 100 Hz, Noise & Health 2004, 6, no. 23, 73-85
65. Sennheiser GmbH, The city and its secret vibrations, Link: <http://www.sennheiser-annualreport.com/home/2011/index.php?page=schwingeren&lang=en>
66. Todd, Neil, Evidence for a behavioral significance of saccular acoustic sensitivity in humans, The Journal of the Acoustical Society of America, Volume 110, Issue 1, July 2001, pp.380-390.
67. Todd N. P., Rosengren S. M., Colebatch J. G., Tuning and sensitivity of the human vestibular system to low-frequency vibration, Faculty of Life Science, University of Manchester, UK Neurosci Lett. 2008 Oct 17; 444(1):36-41. Epub 2008 Aug 8.
68. Trask P., Effects of Wind Turbines on Health, Senate Submission, November 2012
69. Umweltbundesamt , Geräuschbelastung durch tieffrequenten Schall, insbesondere durch Infraschall im Wohnumfeld, Link: <http://www.umweltbundesamt.de>, Information 08.02.2013

70. Visual Health Effects and Wind Turbines – The Society for Wind Vigilance, Link: <http://www.windvigilance.com/about-adverse-health-effects/visual-health-effects-and-wind-turbines>, 16.12.2012
71. Waye K. P., Clow A., Edwards S., et al., Effects of nighttime low frequency noise on the cortisol response to awakening and subjective sleep quality, *Life Sciences* 2003, 72, no. 8: 863-875
72. Waye K. P., Bengtsson J., Rylander R., et al., Low frequency noise enhances cortisol among noise sensitive subjects during work performance, *Life Sciences* 2002, 70, no. 7: 745-58
73. Waye K. P., Bengtsson J., Kjellberg A., Benton S., Low frequency noise "pollution" interferes with performance, *Noise Health* [serial online] 2001 [cited 2012 Sep 4]; 4:33-49, available from: <http://www.noiseandhealth.org/text.asp?2001/4/13/33/31803>
74. Waye K. P., Rylander R., The prevalence of annoyance and effects after long-term exposure to low-frequency noise - *Journal of Sound and Vibration* DOI:10.1006/jsvi.2000.3251, Department of Environmental Medicine, Göteborg University, 40530, Gothenburg, Sweden, Link: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022460X00932516>
75. Waye K.P., Effects of low frequency noise on sleep, *Noise Health* 2004; 6:87-91, available from: <http://www.noiseandhealth.org/text.asp?2004/6/23/87/31661>
76. Weidlich K. M., Kurz R., Groß D., Messung und Beurteilung von tieffrequenten Geräuschen durch technische Anlagen in der bauakustischen Praxis, Kurz und Fischer GmbH, Winnenden, 2012
77. Weiler E., Auswirkungen einer subtilen Beschallung mit einer Frequenz 4 Hz, 8 Hz und 31,5 Hz, Institut für Hirnforschung pp., St. Wendel, 2005
78. WHO Europe, Night noise guidelines for europe, Link: <http://www.euro.who.int/pubrequest>, WHO Regional Office for Europe, 2009
79. Wikipedia, Infraschall, Link: <http://de.wikipedia.org/wiki/Infraschall>, Januar 2013
80. Yeowart NS., Evans MJ., Thresholds of audibility for very low-frequency pure tones, *The Journal of the Acoustical Society of America* 1974, 55, no. 4: 814-8
81. Zhenhua, Wang, Wind Turbine Syndrom affects more people than previously thought, Link: <http://www.wattsupwiththat.com/2012/02/09/winfarm-noise-renowned-acoustician-denounces-double-standards-in-noise-regulations>, Februar 2012
82. DIN 45680, Ausgabe: 1997-03, Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft