

Ärztammer Niedersachsen

Präsidentin Dr.med. Martina Wenker
Mitglieder des Arbeitskreises Gesundheit und Umwelt
Mitglieder des Vorstandes
Mitglieder der Geschäftsführung
Abgeordnete

Berliner Allee 20
30175 Hannover

24. September 2014

Gesundheitsrisiken und Energiewende

Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,

wir sind ein Arbeitskreis von Arztkolleginnen und Kollegen mit unterschiedlicher medizinischer Spezialisierung, aber starkem Interesse an umweltmedizinischen Fragestellungen und deren pathophysiologischen Grundlagen.

Immission (aus dem lateinischen) bedeutet „innenwändig eindringen“ in Körpergewebe bzw.-zellen. Immissionen in Zellsysteme zur Wahrnehmung von Sinneswelten beruhen auf physikalischen Einwirkungen, die biophysikalisch weiterverarbeitet das Gehirn über Umwelteinflüsse informieren.

Diese Perzeption von Umweltreizen wird im Gehirn zur bewussten Wahrnehmung (Apperzeption) aufbereitet. Dies geschieht über komplexe neuronale Verschaltungen.

Als Ärzte tragen wir unabhängig von unserer Spezialisierung eine Verantwortung für die vorbeugende Gesundheit der Bevölkerung. Es gilt vorausgehende potentielle Gefahren und abwendbar gefährliche Verläufe für die Menschen rechtzeitig aufzuzeigen, um zukünftigen Schaden abzuwenden.

Dieser Verantwortung folgend, wollen wir auf bislang nur unzureichend medizinisch erforschte Zusammenhänge, die mit dem Ausbau der Erneuerbaren Energien zusammenhängen, aufmerksam machen.

Insbesondere der vom Niedersächsischen Umweltministerium vorgelegte **Entwurfserlass zum Ausbau der Windenergie** wird nicht nur mit einer Fläche von etwa 95.000 Fußballfeldern das Gesicht Niedersachsens verändern, sondern bedingt auch medizinische abklärungswürdige Risiken.

Konzentrierte Windkraftanlagen auf konzentrierten Flächen erzeugen konzentrierte Nachteile.

Aus medizinischer Sicht ergeben sich immissionsbedingte gesundheitliche Risiken:

- Schall,
- Infraschall,
- Licht,
- Schlagschatten, bzw. Schattenwurf,
- Compositepartikel bei Bränden, Vibrations-Resonanzschäden,
- Ständige Langzeitwirkungen auf unsere Sinneswelt,
- Veränderung neurobiologischer, kardio-vaskulärer und endokriner Systeme

Beeinflussung des optischen Systems und zirkadianen Rhythmus:

Für die Lichtempfindung elektromagnetischer Strahlung (nicht-visuelle und visuelle Photonperzeption) bedeutet dies für die Netzhäute die ständige Messung von Farbfrequenzen zur Bildmusteranalyse bis hin zu ihrer Verfügbarkeit bzw. Expression.

Die primäre Sehrinde (Area 17 im Hinterhauptlappen) ist dazu mit einer weißen Markscheidenschicht (Gennari Streifen) anatomisch ausgerüstet. Die millisekundenschnelle Einbeziehung multilokulärer Cortexanteile ermöglicht somit dem Sehsinn die alles dominierende Hirnfunktion des Menschen.

Jede Körperzelle ist in ihrer Funktion in Raum und Zeit über dieses System synchronisiert.

Entwicklungsbiologisch ist der hier angesprochene Raum-Zeit-Sinn sonnenlichtkorreliert der älteste Sinn der belebten Pflanzen- und Tierwelt. Diese Entwicklung beginnt mit der o.a. nicht visuellen Photoperzeption, die nicht verwechselt werden darf mit der visuellen Wahrnehmung, die wir als Sehen bezeichnen.

Das Konzept der Chronomedizin, auch in ihren klinischen Dimensionen, beruht auf diesem beschriebenen Raum-Zeit-Sinn.

Immissionen in dieses komplexe biologische System sind klinisch hochrelevant.

Das Bürgerliche Gesetzbuch (BGB) behandelt die Zulässigkeit bzw. Unzulässigkeit von Immissionen in unsere Sinneswelt.

Von Befürworterseite wird den modernen Windkraftanlagen per se eine gesundheitliche Unbedenklichkeit unterstellt, die wissenschaftlich nicht belegt ist. Es fehlen Langzeiterfahrungen und Messungen an Anlagen in der geplanten Größe und Menge. Weltweit hat sich herauskristallisiert, dass z.B. ein größerer Abstand weniger schädlichen Einfluss auf Mensch und Tier hat.

Die „Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall“ aus dem Bundesumweltministerium, die im Juni 2014 veröffentlicht worden ist, hat festgestellt:

- dass negative Auswirkungen von Infraschall im Frequenzbereich unter 10 Hz auch bei Schalldruckpegeln unterhalb der Hörschwelle nicht ausgeschlossen sind
- dass bei tiefen Frequenzen mit steigender Dauer der Exposition die Empfindlichkeit zunimmt
- dass derzeit für den Infraschallbereich (0,1 bis 20 Hz) keine allgemeingültige Mess- und Beurteilungsvorschrift existiert.
- dass im ganzheitlichen Immissionsschutz auch der Frequenzbereich unter 8 Hz berücksichtigt werden sollte. (Der Neuentwurf der DIN 45680 berücksichtigt nur Frequenzen über 8 Hz)
- dass es fraglich ist, ob das Abstrahlungs- und Ausbreitungsmodell für kleinere Windenergieanlagen auf moderne, große Anlagen übertragbar ist. Aufgrund theoretischer Betrachtungen von Strömungsakustikern **ist nicht** davon auszugehen. Zudem kann je nach Ausbreitungsbedingungen der Schalldruckpegel mit zunehmendem Abstand zu- statt abnehmen (Van den Berg 2006)

Insgesamt wird dringend weiterer Forschungsbedarf festgestellt zu Wirkung von und Schutz vor Infraschall und tieffrequentem Schall.

Eine Erkenntnis lässt sich auf jeden Fall daraus ableiten: Ein großer Abstand zur Windkraft-Emissionsquelle stellt eine größere, aber nicht absolute Sicherheit vor emissionsbedingten Gesundheitsschäden dar.

Der **Entwurf zum Windenergieerlass aus Hannover greift diese Information nicht auf** und will Abstände zu den Siedlungen bis 400m ermöglichen. In den Planungen wären Anlagenparks mit mehr als 10 Windkraftanlagen möglich. Eine derartige Anlagendichte von Riesenwindkraftanlagen ist bislang ohne Beispiel in Deutschland. Die zukünftigen Anlagen werden Gesamthöhen je Anlage von über 200m erreichen (Zum Vergleich: Die architektonische Höhe des Kölner Doms beträgt 157m.).

Der Bund lässt über die Länderöffnungsklausel aber Abstände bis zur 10-fachen Anlagenhöhe zu.

Bundesländer wie Bayern nutzen schon diese Option größerer Abstände zum Schutz der Bevölkerung.

Neben Lärm und optischen Reizen (periodischer Schattenschlag, Nachtbefeuern) stellt vor allem der von den Windkraftanlagen ausgehende Infraschall eine deutliche Immissionsbelastung dar.

Wie kann dann aber durch ministerielle Broschüren und durch Äußerungen von politischen Mandatsträgern ständig der Anschein vermittelt werden, dass von niederfrequenten Emissionen keine Gefahren ausgehen können?

Derzeit läuft in Berlin noch das Novellierungsverfahren der DIN 45680 Norm für die Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräuschimmissionen, wozu auch Infraschall gehört. Diese als Schutznorm für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung gedachte Regelung sollte den rasanten technischen Entwicklungen der Emissionsquellen einerseits und dem vertieften Verständnis über gesundheitliche Immissionswirkungen andererseits Rechnung tragen. Dies ist im derzeitigen Entwurf der DIN 45680 allerdings nicht der Fall und hat zu **einer Fülle von medizinischen und wissenschaftlichen Einsprüchen geführt**. Dies ist in den zuständigen Ministerien in Berlin durchaus bekannt.

Die für die Genehmigungspraxis von Windkraftanlagen gültigen Verordnungen und Normen zur Abwehr von Emissionsfolgen in Deutschland geben de facto **den aktuellen Wissensstand nicht wieder** und lassen daher **im internationalen Vergleich wesentlich zu niedrige Abstände** der Emissionsquellen zur Bevölkerung zu. Nicht umsonst haben gerade die Staaten mit vermehrter infraschallbezogener Forschung dem Bau von Windkraftanlagen größere Auflagen erteilt (Portugal, Österreich, Polen) oder Baustopps verfügt, um Forschungsergebnissen nicht vorzugreifen (Australien, Kanada). Ebenso wenig bieten die TA-Lärm und die DIN 45680 einen Schutz vor unausweichlichen periodischen und Langzeitbelastungen durch die Windkraftanlagen.

Gewöhnung als sensibilitätsmindernde Adaptation ist in Bezug auf die neurologische (nicht psychoakustische!) Verarbeitung von Langzeit-Niederfrequentem Schall in der Medizin nicht bekannt.

Im Gegenteil: je länger die Dauer der Exposition, desto mehr rücken unterschwellige Ereignisse durch Bahnungseffekte in den Bereich der medizinischen Wirksamkeit (Goldenstein 1967, Ambrose und Rand 2012, Colin H. Hansen 2013).

Selbst die Mess- und Auswertungsvorschriften und die benötigten Schallprognosen im Genehmigungsverfahren von Windkraftanlagen sind nicht zum Schutz der sensiblen Strukturen im menschlichen Organismus (Cochlea, Vestibularorgan) geeignet. Nur mit sensibler Technik (mikrobarometrische Messverfahren, FFT-Analyse) lassen sich die sensiblen anatomischen Strukturen schützen.

Die Problematik ungeeigneter Schutznormen und die Vorgabe im Entwurf zum Windenergieerlass, die Mindestabstände auf 400m herabzusetzen, gewährt lokalen Entscheidungsträgern und kommunalen wie privaten Nutznießern **zum Schaden für die Bevölkerung** das Recht, entsprechend eigener politischer Erfordernisse und wirtschaftlicher Begehrlichkeiten gewünschte Abstände der Windkraftanlagen frei zu definieren. Verantwortung wird auf die kommunale Ebene verlagert, auf der dann die sich langfristig entwickelnden gesundheitlichen Folgen nicht getragen werden können. Entscheidungskompetenz bekommen diejenigen, die am Ende weder die Langzeitwirkungen ihrer Entscheidung erfahren, geschweige denn diese zuordnen können.

Ursache und Wirkung dissoziieren mit der Folge, dass politische Verantwortung verwischt wird.

Aus Sorge um die Gesundheit der Menschen und auch im Sinne einer Risikovorsorge beschäftigen wir uns daher intensiv mit dem Problem der Krankheitsentstehung durch Schallimmissionen.

Gerade Deutschland zeigt auf dem Feld der niederfrequenten, langwelligen Schallwellen (= LFN, low frequency noise) seit den 80iger Jahren eine **überraschend geringe Forschungstätigkeit**. Deswegen und auf Grund der massiven, bislang leider sehr undifferenzierten Förderung der Windenergie, die in aktuellen ausländischen Studien bezüglich der Infraschallproblematik sehr viel kritischer gesehen wird, fühlen wir uns verpflichtet, Sie auf ernste Probleme hinzuweisen, die wir bei Fortführung der gegenwärtigen Politik riskieren:

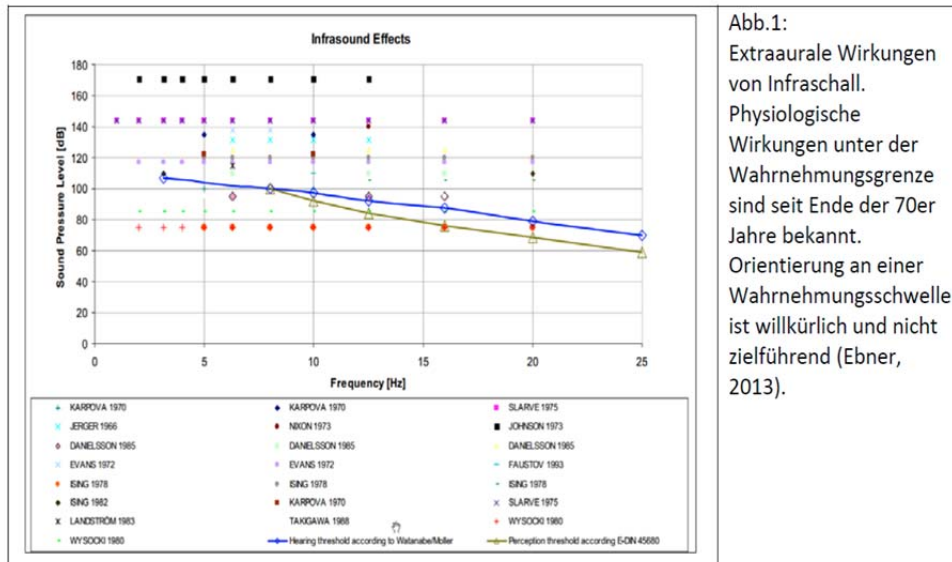
1. Die Orientierung an einer „Wahrnehmungsschwelle“ ignoriert bekannte Krankheitsentstehungswege

Pathogene Wirkungen niederfrequenter Schallwellen entstehen tatsächlich auf Grund physiologischer und neurobiologischer Mechanismen.

Sie müssen von der immer wieder ins Feld geführten Wahrnehmung jeglicher Art getrennt bewertet werden. Dies beruht auf der Tatsache, dass die Schallaufnahme bei weitem nicht nur auf das Gehör (aurikulär) beschränkt ist, sondern auch extraaural stattfindet. Bekannt sind heute die Schallaufnahme durch die äußeren Haarzellen des Innenohrs (OHCs) und durch das Gleichgewichtsorgan, wobei die neurologische Verarbeitung und die pathophysiologischen Auswirkungen jeweils durch Untersuchungen der Hirnströme (EEG) und entstehende Krankheitssymptome nachweisbar werden (Ising 1978, Kasprzak 2010, Krahé 2010, Holstein 2011).

Medizinisch erfassbare Wirkungen und neurologische Reaktionen entstehen bei Langzeitbelastung mit LFN aber auch bei Pegeln deutlich unter der „Wahrnehmungsschwelle“ durch **Bahnungseffekte**. Die Vielzahl der uns vorliegenden Kasuistiken zu den Langzeiteffekten von LFN zeigen gleichsinnige Verläufe und Symptomatiken. Die Erregungsschwelle des Gleichgewichtsorgans auf LFN (bei 10Hz etwa 45 dB) ist wesentlich geringer bzw. empfindlicher gegenüber dem Hörorgan! Die heute bekannte physiologische Funktion der „**saccular acoustic sensitivity**“ bei der Verarbeitung akustischer Signale machen plausibel, warum die bislang angesetzte **„Wahrnehmungsschwelle“ als Schutzgrenze unbrauchbar** ist.

Die Verortung der gefundenen Symptome auf der Pegel-Frequenzgrafik von Ebner (Abb.1) zeigt deutlich, wie willkürlich die "Wahrnehmungsschwelle" der DIN 45680 das Feld der



medizinischen Wirkungen durchschneidet. Anerkannte wissenschaftliche Literatur (Wysocki 1980, Ising 1978, Danielsson 1985) zeigt auf, dass die "Wahrnehmungsschwelle" als untere Grenze des Gesundheitsschutzes heute nicht mehr akzeptabel ist.

Eine **neue Definition des Mindestschutzniveaus** für die Bevölkerung gegenüber der zunehmenden Durchsetzung unseres Lebensraumes durch LFN ist daher **dringend geboten**: Eine auf den vorliegenden **medizinischen Wirkungen basierende „Wirkungsschwelle“** muss zukünftig den Rahmen der für tolerierbar erachteten gesundheitlichen Belastung der Bevölkerung abstecken und gleichzeitig der technischen Entwicklung als Wegweiser in eine menschenfreundlichere Richtung dienen.

2. *Kurzzeitmessungen ignorieren Langzeitfolgen*

Die im aktuellen **DIN-45680**-Entwurf bislang beschriebenen Infraschallwirkungen betreffen in der Regel höhere Pegel und kurzzeitige Expositionen. Die **Norm ist „langzeitblind“**, genau wie gerne zitierte Laboruntersuchungen zur Infraschallproblematik. Es ist aber in der Medizin bekannt, dass chronische Krankheiten nach dem Dosis-Wirkungsprinzip (Dosis im Körper ist das **Produkt aus Intensität mal Wirkungsdauer**) auch durch unterschwellige Reize bzw. Stressoren entstehen können, sofern die Schädigungsdauer und die Periodizität zu einer Summation von selbst unterschwelligem Wirkungen führen. „Die Dosis macht das Gift“. **Gewöhnung als sensibilitätsmindernde Adaptation ist in Bezug auf die neurologische (nicht psychoakustische!) Verarbeitung von Langzeit-LFN in der Medizin nicht bekannt.**

Im Gegenteil: je länger die Dauer der Exposition, desto mehr rücken unterschwellige Ereignisse, durch Bahnungseffekte, z.B. durch die Torwächterfunktion des limbischen Systems in den Bereich der medizinischen Wirksamkeit bzw. Wahrnehmung. Dieser Wirkmechanismus ist auch bei der Entstehung des Tinnitus beteiligt.

Gleiches gilt auch für das Auftreten periodischer LFN-Ereignisse. **Verarbeitungsstrategien** gegenüber periodisch einwirkenden unterschweligen Noxen sind in der Natur **nicht bekannt** (Mausfeld 1999) und werden auch beim Menschen **nicht wirksam**. **Dies macht plausibel, warum Infraschallfolgen erst nach Monaten oder Jahren der vorausgegangenen periodischen Belastung entstehen können und die Ursache der Erkrankungen somit verschleiert wird.**

3. *Tonalität und Impulshaltigkeit werden unterbewertet*

Entscheidend für die Wahrscheinlichkeit des Auftretens und die Schwere der Symptome sind neben dem Pegel und der Dauer der Exposition gegenüber LFN vor allem das Vorhandensein tonaler/schmalbandiger Spitzen und spektraler Auffälligkeiten. Diese erfahren durch Resonanzphänomene in den Wohnräumen der Betroffenen eher eine Verstärkung als dies für breitbandige Geräusche der Fall ist (Ambrose / Rand 2012). Tonale Komponenten in tieffrequenten Geräuschen sind typisch für technischen Quellen, die LFN emittieren.

Sie tragen durch ihre charakteristischen Eigenschaften (Pegel über Hintergrund, Frequenzstabilität) ganz wesentlich zu der Schädigungs- und Störwirkung tieffrequenter Schallbelastungen bei (Inukai 2004/2005). Die besondere Bedeutung tonaler Anteile sind in der Akustik und Lärmwirkungsforschung seit Jahren bekannt und die zugrundeliegenden Mechanismen in der neuronalen Verarbeitung von Schallreizen begründet.

Die **besondere Empfindlichkeit des Menschen für periodische Schallreize tiefer Frequenzen auch unterhalb der Hörschwelle wurde erstmalig schon 1967 belegt** (Goldenstein). Die besondere Relevanz auch unterschwelliger tonaler Spitzen wurde jüngst erneut sowohl von Ambrose und Rand (2012) als auch von Colin H. Hansen (2013) bestätigt. Die laut Windenergieerlassentwurf angestrebte Menge an Windkraftanlagen wird in Bezug auf die Tonhaltigkeit und Impulshaltigkeit der Schallemissionen von Windenergieanlagen eine **unzumutbare Belastung** der Bevölkerung darstellen.

4. Derzeitig benutzte Messtechnik, Auswertungsverfahren und Schallprognosen sind für Infraschall ungeeignet

Die sensiblen Strukturen im menschlichen Organismus (Cochlea, Vestibularorgan) können durch Aufnahme, Weiterleitung und Verarbeitung auch relativ schwacher und niederfrequenter Schallimmissionen geschädigt werden. Es gilt also: die Verfeinerung der Mess- und Auswertungstechnik muss mit der Erkenntnis niedrigerer Wirkungsschwellen Schritt halten. Nur mit sensibler Technik (mikrobarometrische Messverfahren, FFT-Analyse) lassen sich sensible Strukturen schützen. Die in der angestrebten Neufassung der DIN 45680 beschriebene veraltete Messtechnik und die vereinfachten Auswertungsmethoden sind daher nicht mehr zeitgemäß und erfüllen weder qualitativ noch quantitativ die Erfassungsanforderungen, die notwendig sind, das Ziel dieser Norm zu erfüllen: Den Gesundheitsschutz der von den Immissionen betroffenen Menschen.

Neben der optischen Bedrängung und der psychologischen Beeinträchtigung durch Verlust von (er)lebenswerter natürlicher Umgebung und heimatstiftender Landschaft, sind Anwohner von Windkraftanlagen gesundheitlich relevanten Schallemissionen ausgesetzt. Sowohl im hörbaren aber vor allem auch im nicht-hörbaren Bereich erzeugen (Infra-) Schallwellen in sehr häufigen Fällen (10-30%) gesundheitliche Beeinträchtigungen und schwerwiegende Erkrankungen. Bereits heute gehören Schlafstörungen, Herz- und Kreislaufprobleme, Herzrasen, Bluthochdruck, Kopfschmerzen, Unruhe, Nervosität, Reizbarkeit, Konzentrations-schwierigkeiten, rasche Ermüdung, verminderte Leistungsfähigkeit, Depressionen und Angstzustände zu den vielfach dokumentierten Symptomen. Zunehmend zeigen sich neurologische Folgen von periodischen und Langzeitexpositionen. Die Abwehr dieser Gesundheitsschäden hält in Deutschland derzeit nicht Schritt mit der geplanten flächendeckenden, bedrängenden Entwicklung der Windkraft: Die Abwehr von Gesundheitsschäden kann nicht einer gewollten technischen Entwicklung geopfert werden, sondern muss zwingend mit derjenigen Schritt halten.

Als Ärzte sehen wir uns in der Pflicht, die Menschen vor den gesundheitlichen Nachteilen einer zunehmenden Technisierung unserer Umwelt zu schützen. **Gesundheitliche Schutzbereiche sind nicht verhandelbar und dürfen nicht zum politischen Tauschobjekt werden.**

Wir wollen vermeiden, dass Menschen aufgrund fehlender Risikovorsorge erkranken.

Wir fordern angesichts der erheblichen Belastungen, die die politisch beschlossene Energiewende für die Gesundheit und Lebensqualität durch die geplante flächendeckende Aufstellung von Windkraftrotoren nach sich ziehen werden, **diesen Erlassentwurf in Niedersachsen so nicht umzusetzen:**

- aufgrund der bislang noch nie dagewesenen Menge an Riesenwindkraftanlagen mit zu geringem Abstand zur Wohnbebauung
- und den bislang nicht hinreichend erforschten Gesundheitsrisiken durch Infraschall
- das unerforschte Risiko durch Immissionen für Menschen, Schaden zu nehmen, ist zu groß.

Die Gesundheit ist das höchste Gut, welches wir besitzen. Es gibt bereits jetzt ausreichende wissenschaftliche Hinweise, die belegen, dass Windkraftanlagenplanungen wie vorgesehen, nicht den wissenschaftlichen Erkenntnissen genügen, um eine medizinische Unbedenklichkeit zu formulieren.

Der Erlassentwurf aus dem Niedersächsischen Umweltministerium stellt ein unkalkulierbares Gesundheitsrisiko für die betroffene Bevölkerung dar.

Da es der breiteren medizinischen Öffentlichkeit bislang nicht möglich war profunde Kenntnisse immissionsbedingter Gesundheitsschäden zu erlangen, schlagen wir vor, mit den Kolleginnen und Kollegen des Arbeitskreises Gesundheit und Umwelt eine **gemeinsame Infoveranstaltung** zu entwickeln. Weiterhin setzen wir uns für weitere Forschung auf diesem Gebiet vor weiterem Ausbau der Windenergie ein. Ohne medizinische Grundlagenforschung bei offensichtlichen Nebenwirkungen darf kein technologischer Wandel in diesem Land vollzogen werden.

Ärzte stehen hier in der Verantwortung, ihre Stimme zu erheben und Fehlentwicklungen zu verhindern.

Mit kollegialen Grüßen

Dr. med. Rolf Sammeck

Dr. med. Thomas Carl Stiller

Dr. med. Anita Schmidt-Jochheim

Dr. med. Eberhard Franz

Dr. med. Martina Ohlmer

Dr. med. Ulrike Diehl

Dr. med. Michael Jäkel

Dr. med. Herbert Klengel

Anhang

Feldheim (Treuenbrietzen, Brandenburg) (keine Fotomontage)-
(Kleine Anlagenhöhe 60 bis 100 m)



Anlagen der „60m Klasse“ in Schleswig Holstein

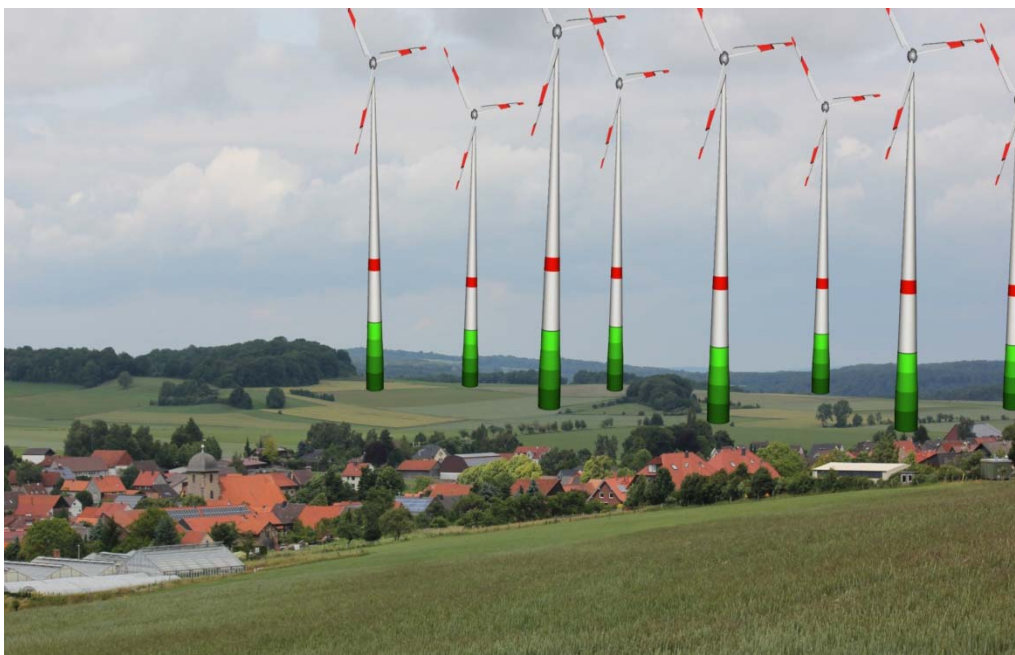


Anlagen der „200m Klasse“ bei Bischhausen / Göttingen mehr als 1000m Abstand vom Ort



Sichtsimulationen geplanter WKAs vor Barterode bei Göttingen (> 200m) (durch Geographen validierte Anlagenpositionen in Höhe und Abstand) 1200 m Abstand vom Ort

Sichtsimulationen geplanter WKAs vor Barterode bei Göttingen (>200m) (durch Geographen validierte Anlagenpositionen in Höhe und Abstand) 1200 m Abstand vom Ort



Zusammenfassung häufiger klinischer Symptome durch tieffrequenten Schall :



Konzentrationsstörungen



Übelkeit



Sehstörungen



Ohrenschmerzen

Tinnitus



Migräne



Depression und Angst-erkrankung



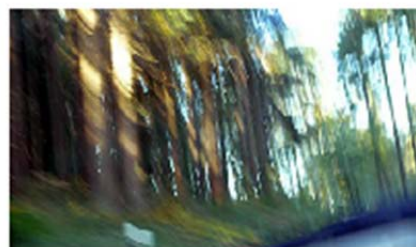
Schlafstörungen
Müdigkeit

Herzrhythmusstörungen



M. Meniere

Schwindel



Literaturreferenz (Auswahl):

World Health Organisation. Night noise guidelines for Europe. Copenhagen. 2009.

Nissenbaum MA, Aramini JJ, Hanning CD. Effects of industrial wind turbine noise on sleep and health. *Noise & Health* 2012;14: 237-43.

Basner M, Babisch W, Davis A et al. Auditory and non-auditory effects of noise and health. *Lancet* 2013, [dx.doi.org/10.1016](https://doi.org/10.1016)

Hume KI, Brink M, Basner M. Effects of environmental noise on sleep. *Noise & Health* 2013;IP 193.171.77.1

Carter PJ, Taylor BJ, Williams SM, Taylor RW. Longitudinal analysis of sleep in relation to BMI and body fat in children: the FLAME study. *BMJ* 2011;342:d2712

Chung SA, Wolf TK, Shapiro CM. Sleep and health consequences of shift work in women. *J Women's Health* 2009;18:965-77.

Hoeveraar-Blom MP, Annemieke MW, Spijkerman AMW, Kromhout D, van den Berg JF, Verschuren WMM. Sleep Duration and Sleep Quality in Relation to 12-Year Cardiovascular Disease Incidence: The MORGEN Study. *SLEEP* 2011;34:1487-92.

Hoeveraar-Blom MP, Annemieke MW, Spijkerman AMW, Kromhout D, Verschuren WMM. Sufficient sleep duration contributes to lower cardiovascular disease risk in addition to four traditional lifestyle factors: the MORGEN study. *Eur J Prevent Cardiol* 2013; doi: 10.1177/2047487313493057.

Laugsand LE, Strand LB, Platou C, Vatten LJ, Janszky I. Insomnia and the risk of incident heart failure: a population study. *Eur Heart J* 2013 doi:10.1093/eurheartj/eh019. Page 6

Möller-Levet CS, Archer SN, Bucca G, et al. Effects of insufficient sleep on circadian rhythmicity and expression amplitude of the human blood transcriptome. *PNAS* 2013; doi/10.1073/pnas.1217154110.

Pierpont N. Wind Turbine Syndrome: A Report on a Natural Experiment. K Selected Publications, Santa Fe, New Mexico 2009.

Archer NA, Laing EE, Möller-Levet CS et al. Mistimed sleep disrupts circadian regulation of the human transcriptome. PNAS 2014; www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1316335111

Vyas MV, Garg AX, Iansavichus AV et al. Shift work and vascular events: systematic review and meta-analysis. BMJ 2012;345:e4800 doi.

Salt AN, Lichtenhan JT. Responses of the inner ear to infrasound. IVth International Meeting on Wind Turbine Noise, Rome, Italy April 2011.

Schomer PD, Edreich J, Boyle J, Pamidighantam P. A proposed theory to explain some adverse physiological effects of the infrasonic emissions at some wind farm sites. 5th International Conference on Wind Turbine Noise Denver 28-30 August 2013

Ananthaswamy A. Like clockwork. New Scientist, 31st August 2013 Pp 32-5.

Casella Stanger. Report on Low Frequency Noise Technical Research Support for DEFRA Noise Programme (on behalf of DEFRA, Department of the Environment, Northern Ireland, Scottish Executive, National Assembly for Wales). 2001.

Noise Review Working Party Report (Batho WJS, Chair). HMSO, London 1990.

Kelley ND, Hemphill RR, McKenna HE. A methodology for assessment of wind turbine noise generation. Trans ASME 1982;104:112-20.

Kelley ND, McKenna HE, Hemphill RR, Etter CI, Garrelts RI, Linn NC. Acoustic noise associated with the MOD .. 1 wind turbine: its source, impact, and control. Solar Energy Research Institute, A Division of Midwest Research Institute, 1617 Cole Boulevard, Golden, Colorado USA. February 1985

Kelley ND. A proposed metric for assessing the potential of community annoyance from wind turbine low-frequency noise emissions. Presented at the Windpower '87 Conference and Exposition San Francisco, California, October 5-8, 1987. Solar Energy Research Institute. A Division of Midwest Research Institute 1617 Cole Boulevard Golden, Colorado USA, November 1987

Bray W, James R. Dynamic measurements of wind turbine acoustic signals, employing sound quality engineering methods considering the time and frequency sensitivities of human perception. Proceedings of Noise-Con; 2011, July 25-7;Portland, Oregon.

Frey BJ, Hadden PJ. Wind turbines and proximity to homes: the impact of wind turbine noise on health (a review of the literature & discussion of the issues). January 2012.
http://www.windturbinesyndrome.com/wp-content/uploads/2012/03/Frey_Hadden_WT_noise_health_01Jan2012.pdf

Hanning CD, Evans A. Wind Turbine Noise. BMJ 2012; 344 e 1527 Page 7

von Hünenbein S, Moorhouse A, Fiumicelli D, Baguley D. Report on health impacts of wind turbines (Prepared for Scottish Government by Acoustics Research Centre, University of Salford), 10th April 2013.

<http://aefweb.info/data/AUSWEA-2004conference.pdf>

Møller H, Pedersen CS. Low-frequency noise from large wind turbines. J Acoust Soc Am 2011;129:3727-44.

Phillips DJW. Iodine, milk, and the elimination of epidemic goitre in Britain: the story of an accidental public health triumph. JECH 1997;51:391-3.

Kamperman GW, James R. The "How To" guide to siting wind turbines to prevent health risks from sound (P 8): <http://www.windturbinesyndrome.com/wp-content/uploads/2008/10/kamperman-james-8-26-08-report-43-pp.pdf> 24]