

Landrat Sievers, Ravensburg  
 Landrat Dr. Schmid, Biberach  
 Landrätin Bürkle, Sigmaringen  
 Bürgermeisterin Brauchle, Rot an der Rot  
 Bürgermeisterin Scherer, Bad Wurzach  
 Bürgermeisterin Schröter, Bad Saulgau  
 Bürgermeister Grabherr, Eberhardzell  
 Bürgermeister Henne, Bad Waldsee  
 Bürgermeister Henle, Leutkirch  
 Bürgermeister Kellenberger, Aitrach  
 Bürgermeister Krattenmacher, Kißlegg  
 Bürgermeister Lohmiller, Aichstetten  
 Bürgermeister Müller, Wolfegg  
 Bürgermeister Rapp, Ravensburg  
 Bürgermeister Zeidler, Biberach  
 Bürgermeister Deinet, Bad Schussenried  
 Bürgermeister Burth, Aulendorf  
 Bürgermeister Denzel, Ochsenhausen  
 Bürgermeister Diesch, Bad Buchau  
 Bürgermeister Dr. Ehm, Sigmaringen  
 Bürgermeister Kugler, Pfullendorf

Bürgermeister Smigoc, Vogt  
 Bürgermeisterin Brauchle, Wangen  
 Bürgermeister Binder, Baienfurt  
 Bürgermeister Magenreuter, Isny  
 Bürgermeister Schäfer, Bergatreute  
 Bürgermeister Steiner, Wolpertswende  
 Bürgermeisterin Rürup, Baintd  
 Bürgermeister Röger, Waldburg  
 Herr Neisecke / Landratsamt Ravensburg  
 Herr Eulitz / Möhler u. Partner  
 Herr Haser / Landtagsabgeordneter CDU / Wangen  
 Frau Petra Krebs / Landtagsabgeordnete Grüne / Wangen  
 Minister Manfred Lucha / Grüne / Ravensburg  
 Herr Schuler / Landtagsabgeordneter CDU / Ravensburg

Zur Info:

Herrn Soukup / EnBW  
 Herr Ewen / Energiedialog BW  
 Prof. Krahé / Uni Wuppertal  
 Redaktion „Schwäbische Zeitung“/Leutkirch  
 Redaktion „Die Bildschirmzeitung“/Kreis Ravensburg

**„Energiedialog auf tour“,**

**Aufforderung zu einer fairen Auseinandersetzung zur Frage der Gesundheitsgefährdung von Anliegern infolge der Luftdruckpulse von Windrädern**

Sehr geehrte Verantwortungsträger\*innen der Region Allgäu/Oberschwaben,

am 08.04.22 besuchten rund 100 Kreis-, Gemeinde- und Ortschaftsräte aus dem Landkreis Ravensburg u.a. den Windpark Schellenberg/Kreis Saulgau zwecks „ganzheitlicher Diskussion der Energiewende und ihrer regionalen Umsetzung“.

Durch das Programm führte das „Forum Energiedialog BW“ unter der verantwortlichen Leitung von Dr. Christoph Ewen. Sein Darmstädter Unternehmen ist mit einem Millionenauftrag des Landes ausgestattet, um Veranstaltungen dieser Art nach der Zielsetzung des Auftraggebers zu moderieren und die heißt sicherlich, dass die bevorstehende großflächige Industrialisierung unserer Region mit Windkraftanlagen möglichst reibungslos voran geht. **Wenn man zu diesen Veranstaltungen bewusst fachliche Kritiker ausschließt (wie zuletzt in Vogt geschehen, nachdem in Aitrach fachlich unbequeme Fragen gestellt wurden) läuft man allerdings Gefahr, dass unwahre Darstellungen unwidersprochen bleiben.**

**Eine Aussage zu einem Sachverhalt wird dann unwahr, wenn wesentliche Inhalte des Sachverhaltes wissentlich falsch dargestellt werden oder aber wissentlich nicht zur Ansprache gebracht werden. Der zum Sachgebiet Schall zugezogene Fachmann Herr Eulitz (der in Genehmigungsverfahren gutachterlich tätigen Firma Möhler und Partner in München) hat unseren Lokalpolitikern den Vorgang der gesundheitlichen Gefährdung durch WKA entweder wissentlich falsch dargestellt, oder er kennt als Schallfachmann den einfachen physikalischen Unterschied zwischen Schall und Luftdruckänderungen nicht.**

Zur Beweisführung ist im Video zur Veranstaltung die Szene entscheidend, als Herr Eulitz mit dem Mikrofon gegen die Luft schwenkt, einen Ausschlag von 80 dB (= 0,2 Pascal) erwähnt, den Vorgang als gerichtet gegen die Luft bezeichnet und verharmlosend als Infraschall erklärt.

**Völlig falsch Herr Eulitz: Was Sie gemessen haben ist der Staudruck vor dem Mikrofon**, indem Sie das Mikro gegen die Luft gerichtet bewegt haben. Das ist derselbe Staudruck wie ihn auch der Radfahrer wahrnimmt, wenn er gegen den Wind strampelt und über seine körpereigenen Sensoren beispielsweise an der Stirn als Druck empfindet. Das hat mit Schall und Infraschall (=niederfrequenter für das Ohr nicht hörbarer Schall) nichts gemeinsam. Hätten Sie das Mikrofon im Takt von einer Sekunde mal hin und her bewegt, dann wären wir dem physikalischen Vorgang beim Windrad recht nah gekommen: Das Windrad unterbricht nämlich den Windstrom im Takt von einer Sekunde (der Flügel bremst ab und zwischen den Flügeln geht der Wind ungehindert durch) und so können Sie in dem komplizierten Strömungsfeld nach dem Windrad Staudruckänderungen messen. Allerdings nicht mit der von Ihnen im Genehmigungsverfahren verwendeten Messtechnik. Denn bei voller Leistung der WKA ist das Windgeräusch derart hoch, dass diese

Luftdruckänderungen mit dem Lärm des Windes überdeckt werden. Und bei voller Leistung der Anlage würden Sie bei weitem nicht nur 0,2 Pascal messen, wie mit Ihrer Handbewegung erzeugt.

Um die vom Windrad erzeugten Luftdruckänderungen zu messen, bedarf es einer ganz anderen Messtechnik, wie diese die BGR zum Registrieren der Druckpulse von Atombombentests verwendet. Anders ausgedrückt, Sie sind messtechnisch blind, um die von WKA abgestrahlten Luftdruckpulse zu registrieren und so ist auch das Gutachten von Herr Neisecke auf einem Auge blind.

Unser Körper dagegen ist ein viel feineres Messgerät (noch besser als die Technik der BGR). Machen Sie selbst den Test, indem Sie ein Papierblättchen auf der Hand sachte absetzen, es erzeugt dort eine lokale Druckänderung von 0,8 Pascal und Sie können das wahrnehmen, egal wie laut es in der Umgebung ist, ob am Wasserfall von Landsberg oder im Auto, sie spüren das. Und damit ist auch die Kette der Gesundheitsgefährdung durch Windräder klar: Sollte das Windrad derart hohe Druckpulse erzeugen, dass unsere (hunderttausendfach) im Körper vorhandenen auf Wecheldruck empfindlichen Rezeptoren im Takt von einer Sekunde angeregt werden, dann haben wir im Nahfeld der Anlagen sogar ein Folterproblem.

Nach all dem dürfte es auch den Lesern mit wenig Kenntnissen zur Physik klar sein, dass dieser Vorgang der Luftdruckpulse des Windrads mit Lärm und TA Lärm nichts zu tun hat.

Durch saches Schwenken des Mikrofons hat Herr Eulitz lediglich **0,2 Pascal** erzeugt und unsere Körpersensoren sprechen bereits bei **0,8 Pascal** deutlich an. Da stellt sich die Frage, wie hoch können die Luftdruckpulse sein, welche das Windrad erzeugt?

Dazu über den Staudruck folgende Abschätzung: Bei guter Leistung der Anlage (Windgeschwindigkeit 15 m/s) beträgt der Staudruck vor dem Windrad 140 Pascal. Durch das getaktete Abbremsen des Windes mit den Flügeln herrscht nach dem Windrad (mittlere Windgeschwindigkeit 5 m/s) ein mittlerer Staudruck von 15 Pascal (an manchen Stellen des getakteten Strömungsfeldes fast 0 Pascal und daneben ungebremst 140 Pascal). Aus der Differenz folgt, dass nach dem Windrad mit dem Wind gerichtet abgestrahlte Luftdruckpulse von rund **100 Pascal** herrschen können. Diese Luftdruckpulse sind derart stark, dass die Lunge der Fledermaus kollabiert oder ein planerischer Abstand von 750 m zum nächsten Windrad einzuhalten ist, damit dort die Flügel der WKA wegen Ermüdungsbrüchen nicht vorzeitig erneuert werden müssen! Und sie sind stark genug, um Rezeptoren unseres Körpers im Takt von einer Sekunde zu erregen, wie dies in der Wirkung vielfältig von Anliegern in Form von Schlafstörungen, innerer Unruhe und Konzentrationschwäche berichtet wird.

Wurde diese für jedermann nachvollziehbare Gedankenkette vom verantwortlichen Veranstaltungsbüro Ewen bewusst ausgeblendet? Ist Herrn Neisecke (den ich genauso wie Herrn Eulitz zu diesem physikalischen Prozess der Luftdruckpulse wiederholt informiert habe) bewusst, dass er dazu in seinen Gutachten nach festen Regeln der TA Lärm keine Bewertung liefert?

Woher rührt dieser behördliche Widerstand zur Klärung der Wirkung der Luftdruckpulse von Windrädern auf Mensch und Tier? Ganz einfach: Die von Windrädern abgestrahlten kräftigen Luftdruckpulse sind prozessbedingt unvermeidbar und sie sind dann besonders stark, wenn bei voller Leistung der Anlage diese Luftdruckpulse vorwiegend mit dem Wind gerichtet auf ein Wohnhaus treffen, in welches sie ungehindert eindringen können. Als einzige Schutzmöglichkeit für den Anlieger einer WKA bleibt ein großer Abstand (1000 m sind sicherlich zu wenig). Führt man aber einen ausreichenden Sicherheitsabstand ein, so lassen sich in unserer dicht besiedelten Landschaft nur wenige Windräder aufstellen. Dann aber wäre das politische Ausbauziel bei weitem nicht erreichbar. **So wird die Gesundheit des ländlichen Anliegers von Windkraftanlagen zur Opfergabe, schmerzfrei für Politiker und Berater aus dem Großstadtmilieu.**

Um es nochmals deutlich zu machen: Das Kernproblem von Windkraftanlagen ist nicht der Schall oder der niederfrequente Infraschall, sondern es sind die kräftigen mit dem Wind gerichtet abgestrahlten Luftdruckpulse, welche das Windrad (mit Flügeln vergleichbarer Form und doppelt so groß wie beim Jumbo Jet und Geschwindigkeiten außen entsprechend der Landegeschwindigkeit des Jets) prozessbedingt durch getaktetes Abbremsen des Luftstroms erzeugt. Diese Luftdruckpulse haben nichts mit Schall gemeinsam können somit nicht mit den Mess- und Beurteilungstechniken der Schallphysik (TA Lärm) im Rahmen der Genehmigung erfasst werden. Klar, dass so ein gewaltiger Ventilator kräftigere Luftdruckänderungen erzeugt, als man durch Schwenken des Mikrofons erreicht. Mehr noch, mit der im Genehmigungsverfahren eingesetzten Messtechnik lassen sich bei Starkwind die dann maximalen Pulse wegen den hohen Windgeräuschen nicht messen. Unser

Körper dagegen kann sehr wohl Luftdruckpulse vom Schall trennen, egal wie laut es in der Umgebung ist. Eine banale Erkenntnis, die selbst beim LUBW noch nicht angekommen ist, vergleicht man dort in der viel zitierten LUBW-Studie auf 30 Seiten die Luftdruckpulse von WKA mit den Geräuschen von Waschmaschinen und Autobahnen.

Beim geplanten flächendeckenden Ausbau unserer Region mit WKA werden viele Menschen dem Risiko von Gesundheitsschäden im Einwirkungsbereich dieser Anlagen ausgesetzt sein. Abstandsregeln zum Schutz der Menschen allein könnten dies verhindern, das wird jedoch politisch blockiert.

**Ich fordere Herrn Eulitz und Herrn Neisecke auf, sich einer fachlichen Diskussion in einem kleineren Kreis mit Vertretern des angeschriebenen Kreises zu stellen und zwar in fairer Rede und Gegenrede, in welcher insbesondere folgende Fragen anstehen:**

- **Mit welchen Luftdruckpuls-Höhen, angegeben in Pascal, ist insbesondere bei maximaler Leistung der WKA in Anströmrichtung zum Anlieger je nach Entfernung zu rechnen?**
- **Ab welcher Luftdruckpuls-Höhe in Pascal ist mit einer Reaktion des menschlichen Körpers über die hunderttausendfach im menschlichen Körper vorhandenen und auf Wecheldruck empfindsamen Rezeptoren zu rechnen?**
- **Welche gesundheitsgefährdende Wirkungen können aufgrund der im Takt von einer Sekunde erfolgten Anregungen der Rezeptoren entstehen?**
- **Welche Sicherheitsabstände zum Anlieger von WKA sind erforderlich, um eine Gesundheitsgefährdung infolge der Luftdruckpulse auszuschließen?**

**Als unabhängigen Moderator dieser Diskussion schlage ich Herrn Haser vor.** Herr Haser hatte sich im Zuge der Koalitionsverhandlungen für eine Abstandsregelung eingesetzt und verfügt in seiner Funktion als energiepolitischer Sprecher der CDU im Landtag über einen breiten Überblick zur Gesamthematik. Als Abgeordneter unserer Region steht er aber auch in der Verantwortung, zum Wohle unserer Bürger zu handeln und Schaden von uns abzuwehren.

Es geht darum, ein Meinungskartell aufzubrechen, in welchem unter dem Primat des massiven Ausbaus der Windenergie der Schutz des Menschen nachrangig steht, indem keine Abstandsregelung erlaubt wird. Denn aus der Berliner Sicht des BMWi hinaus zu unserer ländlichen Bevölkerung **„gibt es derzeit keinerlei abschließende Hinweise, dass ein gewisser Abstand für den Schutz der Bürger vor Windrädern zwingend erforderlich wäre“**. So lautet die Antwort aus der Anfrage, wie ich dies Ihnen mit Schreiben vom 05.02.22 bereits mitgeteilt habe und diesem Schreiben nochmals beifüge.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. Wolfgang Hübner

*Als Diplomphysiker war ich viele Jahre im technischen Umweltschutz in bedeutenden Projekten national und international tätig, u.a. auch gutachterlich, so ist mir auch die Arbeit der zugezogenen Messinstitute sowie der genehmigenden Behörden vertraut.*

*Die angeschriebenen Bürgermeister und Landräte bitte ich um Weiterleitung an Ihre Ratsmitglieder, welche laut Video überwiegend mit positiven Eindrücken aus der Energiedialog Tour zurückkamen. Unsere Lokalpolitiker haben das Recht, wahrheitsgemäß informiert zu werden. Für Rückfragen stehe ich gerne zur Verfügung.*

*Die Redakteure (oder Eigner?) der Schwäbischen Zeitung haben zum Sachverhalt der Gefährdung durch Luftdruckpulse von WKA offenbar ihre eigene gefestigte Meinung, haben diese doch auf diesbezügliche Papiere noch nicht einmal mit einer Eingangsbestätigung reagiert.*

Anlage: Das Schreiben an Sie vom 05.02.2022 mit den tiefergehenden Begründungen. Von den im Verteiler aufgeförderten Fachleuten kam keine Reaktion, auch nicht von den Herren Eulitz und Neisecke sowie der Schwäbischen Zeitung.

**Fehlende Abstandsregelung zum Schutz der Anlieger vor den Luftdruckpulsen von Windrädern**

Sehr geehrte Damen und Herren Landräte und Bürgermeister der Region Allgäu/Oberschwaben,

von Oben betrachtet zeichnet sich unsere hügelige Allgäuer Landschaft durch viele kleine Siedlungen mit einzelnen städtischen Ansammlungen aus, mit hohem landschaftlichem und touristischem Wert. Diese Landschaft steht nun nach den Vorgaben der Energiewende vor einer flächendeckenden Industrialisierung mit Windkraftanlagen.

Heutige Windkraftanlagen sind keine rotierenden Sonnenblumen, es sind industrielle Großanlagen mit 250 m Höhe. Sie stehen ohne Gebäudehülle in freier Natur, ihre Rotorblätter haben die zweifache Größe des Flügels eines Jumbo-Jets und bewegen sich am Blattende mit der Landegeschwindigkeit eines Jumbo-Jets. Wie in der Computersimulation ersichtlich, zerhacken diese gewaltigen Rotoren den Windstrom im Takt von etwa einer Sekunde in Luftdruckscheiben, die so stark sind, dass einer Fledermaus die Lunge zerstört wird, nähert sie sich diesem Luftdruckfeld. Da stellt sich die Frage nach der Höhe dieser Luftdruckpulse und deren mögliche Auswirkungen auf den Menschen und schließlich: Wie nah darf eine derartige Industrieanlage zur nächsten Wohnbebauung gestellt werden, damit die Bewohner keinen gesundheitlichen Schaden erleiden?

Ein Bundestagsabgeordneter der CDU wollte dazu Klarheit bekommen und stellte gezielt an das Bundeswirtschaftsministerium (BMW/Minister Habeck) die Frage nach der Höhe der von Windrädern emittierten Luftdruckpulse, um daraus die mögliche Wirkung auf den Menschen einschätzen zu können. In seiner Antwort wich das BMWi der konkreten Frage aus, indem es auf publizierte Emissionen von Windkraftanlagen im hörbaren und nicht hörbaren Schall verwies.

Bitte bilden Sie sich dazu Ihre eigene Meinung anhand der beigefügten Analyse zum Antwortschreiben des BMWi und zum Wesen dieser Luftdruckpulse, welche völlig anderen physikalischen Gesetzen gehorchen, als dies vom Schall und Infraschall bekannt ist. Zu dieser Analyse wiederum hat das BMWi mit Schreiben vom 03.02.2022 geantwortet, ohne auf die fachlichen Punkte einzugehen: **„Aus Sicht des BMWi gibt es derzeit keinerlei abschließende Hinweise, dass ein gewisser Abstand für den Schutz der Bürger vor Windrädern zwingend erforderlich wäre“**. Nachdenklich muss es machen, dass die im Verteiler aufgeführten führenden Fachleute der Behörden, Gutachter und Institute zur zugesandten Analyse bisher keine Stellungnahme abgegeben haben, als hätten sich alle abgestimmt, auf die konkret gestellte Frage nach den Höhen der von Windrädern abgestrahlten Luftdruckpulse besser zu schweigen.

Die bayerischen Behörden sind offenbar mit der Problematik der Gesundheitsgefährdung im Nahfeld dieser Anlagen besser vertraut, indem Sie einen vorsorglichen Abstand zur Wohnbebauung von 2500 m für Anlagen heutiger Größe den betroffenen Gemeinden freistellen. Man darf gespannt sein, ob Ministerpräsident Söder dem Druck von Bundesminister Habeck nachgibt, diese Abstandsempfehlung aufzugeben. Auch die Planer von Windparks wissen sehr wohl um diese kräftigen Luftdruckpulse und schützen ihre Räder untereinander mit einem Mindestabstand von 750 m, damit beim nachfolgenden Windrad die Rotorblätter keine Ermüdungsbrüche durch die Luftdruckpulse erleiden. In Baden-Württemberg konnte sich dagegen die CDU in den Koalitionsverhandlungen nicht mit der Forderung von 1000 m Abstand (wie auch von Altmeier gefordert) gegen den Grünen Koalitionspartner durchsetzen. Bei der anstehenden Industrialisierung unserer Region mit Windrädern ist damit jeder Abstand zur Wohnbebauung erlaubt, ohne Rücksicht auf die Gesundheit der dort lebenden Menschen, das muss jeder Bürger wissen!

Sehr geehrte Landräte/innen und Bürgermeister/innen,  
in Ihrem Einflussbereich stehen jetzt Sie in der Verantwortung, den Gesundheitsschutz der Ihnen anvertrauten Bürger zu gewährleisten, indem Sie eine fachlich begründete Abstandsregelung für die geplanten Windkraftanlagen hin zur Wohnbebauung sowohl bei den Projektierern als auch der zuständigen Genehmigungsbehörde im Landratsamt einfordern.

Für Rückfragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.

Dr. Wolfgang Hübner

Anlage: Analyse zur BMWi-Aussage im Hinblick auf die von WKA abgestrahlten Luftdruckpulse

---

Mail vom 16.01.2022  
Von  
Dr. Wolfgang Hübner

**An das BMWi  
z. Hdn. Frau Beate Buchcik**

Kopie an die Damen und Herren:

Micha Sygusch BMWi  
Renate Werth BMWi  
Jochen Zimmermann BMWi  
Marvin Drogi BMWi  
Lutz Meyer-Raschke BMWi

Rolf Brüggemann BMUV  
Thomas Myck UBA  
Jürgen Mayer LUBW  
Johann Fichtner LfU BY

Büro Peter Altmaier (Auftraggebender Bundesminister der BGR-Messkampagne 2021)  
Büro Robert Habeck (Bundesminister BMWi)  
Büro Markus Söder (Bayerischer Ministerpräsident)

Prof. Detlef Krahe (wissenschaftlich Verantwortlicher der zitierten UBA-Studie)  
Christian Eulitz (messtechnisch Verantwortlicher der zitierten UBA-Studie)  
Dr. Lars Ceranna (Projektleiter der BGR-Messkampagne 2021)  
Prof. Theodoros Triantafyllidis (Projektkoordinator der TremAc-Studie)

Sehr geehrte Frau Buchcik,

**auf die Anfrage eines Abgeordneten hinsichtlich der zu erwartenden Höhen der von Windrädern abgestrahlten Luftdruckpulse haben Sie im Auftrag des BMWi dem Abgeordneten geantwortet.**

**Beigefügt darf ich Ihnen meine Analyse zur Antwort des BMWi zur Verfügung stellen.**

**Die im Verteiler angesprochenen Fachleute bitte ich um fachliche Kommentierung zu den Ausführungen.** Nur durch einen offenen fachlichen Diskurs, frei von politischen Vorgaben und ökonomischen Interessen, kann die Frage erforderlicher Abstände von Windkraftanlagen zum Gesundheitsschutz der Menschen geklärt werden.

Die Politik konnte zur kontrovers diskutierten Abstands-Frage bisher kein Einvernehmen herstellen.

Mit freundlichen Grüßen  
Dr. Wolfgang Hübner

*Anlage zu diesem Schreiben wie folgt*

---

auf die Anfrage eines Abgeordneten, der im Kern folgende Frage stellte:

**„Mit welchen Luftdruckpulshöhen im Druck-Zeitverlauf (angegeben in Pascal) muss bei heutigen Windparks insbesondere bei maximaler Leistung der Anlage und Anströmlage in Windrichtung je nach Entfernung gerechnet werden“**

haben Sie in Vertretung für das BMWi gemäß anliegendem Schreiben geantwortet.

Ihre Antwort weicht jedoch der konkreten Frage zur Höhe der Luftdruckpulse mit ihren möglichen gesundheitlichen Wirkungen auf den Menschen aus, indem Sie eine Stellungnahme zu dem von Windkraftanlagen (WKA) abgestrahlten Schall/Infraschall geben.

Hierzu wie folgt die Begründung:

---

### **Kurzfassung:**

- *Auf die konkrete Frage nach der von WKA abgestrahlten Höhe der Luftdruckpulse (angegeben als Druck-Zeitverlauf in Pascal) hat das BMWi keine Antwort gegeben. Stattdessen erfolgte eine Stellungnahme zu dem von WKA abgegebenem Schall/Infraschall und dessen Wirkung.*
- *Nur anhand der Höhe der Luftdruckpulse (in Pascal) lässt sich die Wirkung auf die auf Wechsellendruck empfindsamen Rezeptoren des Menschen beurteilen und somit abschätzen, ob eine gesundheitsschädigende Wirkung infolge der Pulseinwirkung möglich ist.*
- *Denn der Mensch hat eine Vielzahl Wechsellendruck-empfindsamer Rezeptoren über den ganzen Körper verteilt, welche völlig separat von den für Schall/Infraschall zuständigen Rezeptoren (vorrangig dem Hörorgan) ab einer bestimmten Druckhöhe ansprechen und somit nervliche Reaktionen auslösen.*
- *Die von WKA abgestrahlten Luftdruckpulse können fachlich nicht mit den Messtechniken/Beurteilungsmethoden der Schallphysik (insbes. TA Lärm mit zugehörigen Normen) behandelt werden, sondern mit den Werkzeugen der Rheologie. Eine Beurteilung der Luftdruckpulse mittels einer in der Schallphysik üblichen Terzbandanalyse ist somit nicht korrekt. Denn Luftdruckpulse haben wenig mit der Schallwellenphysik zu tun, sie breiten sich vergleichbar einem Scheinwerfer gerichtet mit dem Wind aus, wogegen tieffrequenter Schall/Infraschall ein kugelförmiges Ausbreitungsmuster mit Schallgeschwindigkeit hat.*
- *Die sehr vereinfachte mobile Messtechnik der BGR, wie in der Messkampagne 2021 verwendet, ist offenbar im Signaleinlassbereich nicht in der Lage, das starke Rauschen von den Luftdruckpulsen abzutrennen (so wie das unser Körper wegen den getrennten Detektionsorganen für Druckänderungen und Schall sehr wohl kann). Damit kommt besonders bei maximaler Anlagenleistung (mit dann maximalen Windgeräuschen) an der Druckmessdose ein Signalgemisch aus Windrauschen und Luftdruckpulsen an, welches messtechnisch nicht mehr im Druck-Zeitverlauf aufgetrennt werden kann. Die fix installierten Arrays an den Standorten der BGR sind dagegen nachweislich in der Lage, diese Trennung vorzunehmen. Damit sind die vereinfachten Messungen der BGR aus 2021 nicht geeignet, eine mögliche gesundheitsschädigende Auswirkung infolge der Luftdruckpulse zu beurteilen, wie dies BGR auch zu den Ergebnissen selbst feststellt.*
- *BGR hat jahrelange Erfahrungen mit permanenten Messungen von den bei Bombenversuchen freigesetzten Luftdruckpulsen und verwendet zur Unterdrückung der Umgebungsgeräusche dazu eine peilende Array-Messtechnik mit einem großflächig ausgelegten Luftdruck-Einlasssystem, insbesondere am Teststandort IGADÉ. Im 7 km Umkreis von IGADÉ befinden sich mehrere Windparks mit etwa 65 WKA. BGR registriert somit permanent die Drucksignale auch von diesen Anlagen bei allen möglichen Betriebsbedingungen. Aus der Höhe der Drucksignale zieht BGR Rückschlüsse auf die Höhe und den Ort einer Bombendetonation. BGR muss deshalb sicherstellen, dass die von Windparks emittierten Drucksignale nicht die Druckpulse aus den Bombenversuchen überdecken und fordert deshalb einen Abstand zu ihrer fest installierten Messeinrichtung zum nächsten Windpark von etwa 20 km. Somit*

muss unterstellt werden, dass die dem BMWi unterstellte BGR die Antwort zur präzise gestellten Frage geben kann (aber nicht gegeben hat).

- Im Zuge der Genehmigung von Windkraftanlagen wird die Größe der von WKA abgestrahlten Luftdruckpulse weder messtechnisch korrekt ermittelt noch einer Bewertung im Hinblick auf die gesundheitliche Wirkung auf den Menschen unterzogen. Die Klärung dieses Defizits bedarf entsprechender physikalischer/medizinischer Studien, woraus Abstandsempfehlungen beim Bau von WKA resultieren. Bis zur Klärung bedarf es der Festlegung eines vorsorglich gewählten Sicherheitsabstandes zwischen WKA und Wohnbebauung. Ob die bayerische 10 H-Regelung dies erfüllt, werden die Ergebnisse zeigen.

## 1. Entstehungsmechanismus der Luftdruckpulse

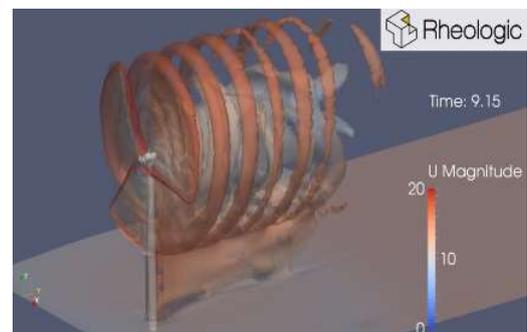
Windkraftanlagen (WKA) emittieren Schall, Infraschall und **Luftdruckpulse**. Die gestellte Frage des Abgeordneten richtet sich allein auf die abgestrahlten Luftdruckpulse. Die Frage wie der emittierte Schall und Infraschall gemessen und bewertet wird, war nicht gestellt und bleibt deshalb nachfolgend unbehandelt.

Die WKA erntet ihre Energie aus dem Abbremsmechanismus des Windes im Takt der Flügel. Dadurch entstehen Luftdruckpulse (oder auch Wirbelfelder genannt) welche sich bevorzugt mit dem Wind gerichtet ausbreiten.

Laut TremAc (b) handelt es sich um „**Impulsartige Druckstörungen**, gerichtet abgestrahlt in Rotorebene, bevorzugt mit dem Wind“; „Windabwärts entsteht somit nach dem Rotor ein zylinderförmiges Strömungsfeld mit reduzierter Geschwindigkeit und mit Druck- und Geschwindigkeitsfluktuationen“. Im Gegensatz zum kugelförmigen Ausbreitungs-Charakter von tieffrequentem Schall breiten sich diese Druckstörungen wie von einem Scheinwerfer gerichtet und senkrecht zur Rotorebene aus und folgen deshalb einem völlig anderen Abstandsgesetz als von tieffrequentem Schall/Infraschall bekannt. Aufgrund der geringeren Abnahme des gerichteten Druckfeldes mit der Entfernung wirken diese Druckstörungen auch noch in großer Entfernung. TremAc prognostiziert in einem Rechenmodell am Übergabezylinder eine Druckpulshöhe von 93 dB (=0,9 Pascal).

Laut BGR (a): „Das Drucksignal wird gemeinhin als Überlagerung einzelner Sinusschwingungen bei den Frequenzen der Flügelharmonischen verstanden. Als angemessene Beschreibung erscheint jedoch der **kurzzeitige N-förmige Impuls**“. Weiterhin sagt BGR, dass die Höhe dieser Druckpulse deutlich zunimmt mit der Größe der Anlagen, mit der Windgeschwindigkeit und dass diese auffällig hoch sind bei modernen Flügel-verstellbaren WKA (weil dann die Flügel strömungstechnisch nicht mehr optimiert sind).

Bei den Luftdruckpulsen der WKA handelt es sich um einen Vorgang der **Rheologie** (Fließkunde) und nicht der klassischen Schallphysik. Die Computer-Simulation von Rheologic (d) zeigt anschaulich den Entstehungsmechanismus des im Takt der Flügel erzeugten Luftdruckfeldes. Der ursprünglich gleichförmige Windstrom wird durch die Flügel in Luftdruckscheiben „zerhackt“. Dieses inhomogene Luftdruckfeld breitet sich bevorzugt mit dem Wind (mit Windgeschwindigkeit und nicht mit Schallgeschwindigkeit) aus.



Tieffrequenter Schall (oder Infraschall) würde sich dagegen kugelförmig nach allen Richtungen und mit Schallgeschwindigkeit ausbreiten. Diese Luftdruckpulse mit den Werkzeugen der Schallphysik (Messtechnik und Bewertung nach TA Lärm) zu behandeln, wie in der BMWi-Antwort geschehen, ist somit falsch.

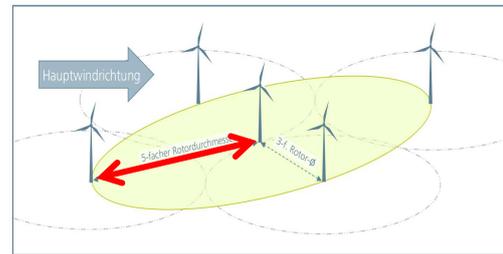
Die Simulation zeigt auch, dass der Durchgang der Flügel am Turm nicht der dominante Druckpuls erzeuger ist, sondern der gesamte fluiddynamische Prozess infolge des Umlenk- und Abbremsmechanismus der einzelnen Rotorblätter. Bei einer kräftigen Windgeschwindigkeit von 15 m/sec (54 km/h) beträgt der Staudruck vor dem Windrad etwa 130 Pascal. Bei maximal verstellten Flügeln beträgt dann die mittlere Windgeschwindigkeit nach dem Windrad nur noch etwa 40% = 6 m/sec (22 km/h) entsprechend einem Staudruck von etwa 20 Pascal. Allein die Differenz zwischen 130 Pascal zu 20 Pascal deutet darauf hin, dass in dem inhomogenen getakteten Luftdruckfeld Differenzen im Bereich von mehreren Pascal herrschen können. Fliegt eine Fledermaus durch dieses Luftdruckfeld, wird deshalb ihre Lunge zerstört. Eine WKA ist somit ein recht kräftiger Erzeuger von

Luftdruckpulsen, die Erzeugung von Lärm und Infraschall ist im Vergleich dazu untergeordnet im Hinblick auf die Wirkung auf den Menschen.

## 2. Schutzabstände in Windparks

Die Planer von Windparks wissen um diese Luftdruckpulse mit Ausbreitung bevorzugt in Windrichtung aber auch rückwärtig und seitwärts. Die Fachagentur Wind empfiehlt deshalb in Hauptwindrichtung einen Abstand zum nächsten Windrad von 5 mal Rotordurchmesser, das sind bei heutigen Anlagen mit 150 m Rotordurchmesser **750 m** (seitlich 3 mal Rotordurchmesser = 450 m). Dies geschieht nicht nur wegen der Optimierung der Windausbeute sondern auch, um Ermüdungsbrüche am nachfolgenden Windrad infolge der Pulse zu vermeiden. Die Planer von Windparks schützen somit ihre eigenen Anlagen mit einer Abstandsregel.

**Dagegen konnte sich die Politik bisher auf keinen Schutzabstand für den Menschen einigen.**



Anlagenanordnung innerhalb eines Modell-Windparks und die darin berücksichtigte Fläche; Grafik: FA Wind

## 3. Gemeinsamkeiten des WKA-Luftdruckfeldes mit den Schleppeffekten von Flugzeugen

Windräder und Jumbo-Jets haben viele Gemeinsamkeiten, sie arbeiten nach vergleichbarem rheologischem Prozess: Die Flügel sind jeweils so geformt, dass sich an der angeströmten Unterseite ein Überdruck bildet, der das Flugzeug trägt bzw. das Windrad mit dieser Kraft in Drehbewegung versetzt. Auch die Maße und Geschwindigkeiten liegen von Jet und WKA im vergleichbaren Bereich: Der Flügel der WKA ist etwa zweimal so groß wie der eines Jets und am Rand bewegt sich der Flügel der WKA mit etwa 300 km/h, entsprechend der Landegeschwindigkeit des Jets. Erfahrungen aus der Luftfahrt sind somit weitgehend übertragbar. Der einzige Unterschied: Beim Windrad rotiert der Flügel, beim Jet bewegt er sich linear. Das bedeutet lediglich, dass eine andere Geometrie von Luftdruckfeld erzeugt wird.

Quelle: Vattenfall



Quelle: Spektrum der Wissenschaft



Die Erfahrungen mit einigen tödlichen Abstürzen von Flugzeugen, welche in das Schleppeffektfeld eines voranfliegenden Flugzeuges kamen, veranlasste die Flugsicherung zu streng kontrollierten Abstandsregeln und Ausweichregeln vor diesen Schleppeffekten. Ein Kleinflugzeug muss beispielsweise mehr als 10 km Abstand hinter einem vorausfliegenden Jet einhalten. Das sehr starke Wirbelfeld kann sich über mehrere Minuten halten und wird erst dann langsam egalisiert, wenn es den Boden berührt. Die Begrenzung der Kapazität einer Landebahn wird durch diese Abstandsregeln bestimmt.

Niemand in der Luftfahrt käme auf die Idee, die Stärke dieser Luftdruck-Felder nach TA Lärm zu ermitteln und zu bewerten, sicherlich nicht über eine Terzband-Messung. Die Pulse rütteln mit so hohen Kräften an den Flügeln, dass die nachfolgende tonnenschwere Maschine seitlich gedreht wird, falls sie mit einem Flügel in das Druckfeld des Vordermanns kommt.

In (e) ist allgemein verständlich dieses in der Luftfahrtsicherheit sehr wohl bekannte Phänomen erläutert, daraus in Kürze:

- Die Wirbelschleppfelder sind ein chaotisches System mit „Zufallscharakter“ bestehend aus kräftigen Druckfeldern und können nicht rechnerisch prognostiziert werden.
- Der mögliche Transport und der Zerfall dieser Wirbelfelder wird maßgeblich durch atmosphärische Randbedingungen bestimmt. Der gerichtete Transport kann über weite Strecken erfolgen.

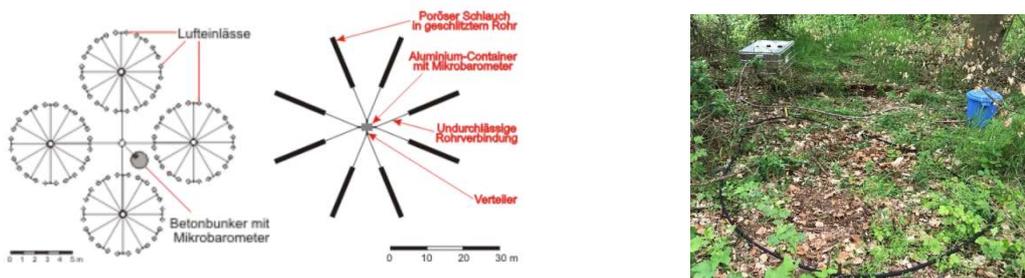
- Die Gefährdung von Personen und Objekten ist dann besonders hoch, wenn der Wirbel erstmalig den Boden berührt, dann entladen sich die Druckfelder auch nach beiden Seiten.

Allein aus diesen Gemeinsamkeiten der Rheologie von Windradflügel und Jet-Flügel wird deutlich, dass die von Windrädern abgestrahlten Luftdruckfelder nicht nach gültigen Standards der Schall-Physik beurteilt werden können, so wie dies im Genehmigungsverfahren von WKA geschieht. Die Genehmigungsverfahren von WKA gewährleisten somit nicht den Gesundheitsschutz der Bürger vor diesen Druckfeldern.

#### 4. Messtechnik zum Erfassen dieser Luftdruckpulse

Das Ausmessen des von der WKA erzeugten sehr inhomogenen Luftdruckfeldes setzt eine aufwändige Messtechnik voraus, welche sicherlich nicht routinemäßig einsetzbar ist. Denn die recht kräftigen Luftdruckpulse werden gerade dann, wenn sie maximale Stärke haben (bei maximaler Anlagenleistung und Starkwind), durch starke Windgeräusche überlagert. Das übliche Messmikrofon oder eine Druckmessdose bekommen dann ein Signalgemisch, welches schwer trennbar ist (die Fourieranalyse/Frequenzanalyse kann zwar die Signale messtechnisch trennen aber kann nicht den erforderlichen Druck-Zeit-Verlauf liefern). Wie in Punkt 6 gezeigt, ist unser Körper dagegen sehr wohl in der Lage, kleinste Druckänderungen selbst in extrem starker Lärmumgebung zu trennen, sonst könnten wir uns in einer lärmgefüllten Umgebung nicht sicher bewegen. Deshalb ist an die Messtechnik die Anforderung zu stellen, dass diese genauso wie unser Körper die Drucksignale von Störgeräuschen (vorwiegend durch den starken Wind erzeugt) trennen kann. In Deutschland ist messtechnisch dazu vermutlich nur BGR in der Lage und deshalb muss die anfangs gestellte Frage zur Höhe dieser Luftdruckpulse von den Fachverantwortlichen der BGR persönlich beantwortet werden.

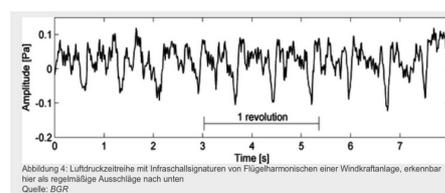
Laut der dem Abgeordneten gegebenen Antwort konnte BGR offenbar im Zuge der Messkampagne 2021 die Luftdruckpulse nicht vom Rauschen trennen und so hat BGR auch keine Angabe zur maximalen Höhe dieser Pulse im Druck-Zeit-Verlauf gemacht. Dafür verantwortlich ist wahrscheinlich der zur Messkampagne genutzte vereinfachte mobile Messaufbau, wie der Vergleich zu den fest installierten Messnetzen an den Standorten der BGR zeigt.



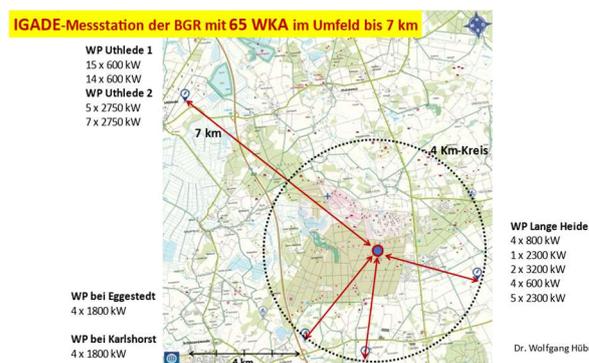
Im linken Bild die an den festen Standorten der BGR eingesetzte Array-Technik: Dem Mikrobarometer werden die Luftdruckänderungen über ein viele Meter weit ausgelegtes „Spinnennetz“ mit Röhren bzw. perforierten Schläuchen zugeführt. Eine einzelne Spinne breitet sich über einen Radius von 30 m aus, die einzelnen Spinnen sind über hunderte von Metern installiert. Über dieses breit ausgelegte Druck-Einlass-System mitteln sich die lokal und stochastisch aufgenommenen Windgeräusche aus. Übrig bleibt der Luftdruckpuls der WKA (oder der Bombe) der ja an allen Einlässen des Rohrsystems eintritt.

Im rechten Bild die nicht vergleichbare Technik aus 2021: Ein einzelner ringförmig ausgelegter und perforierter Schlauch dient als Einlasssystem und deshalb vermag die Druckmessdose nicht die dominierenden Grundgeräusche vom Luftdruckpuls der WKA trennen.

Allerdings hat BGR mit früheren Messungen an einer kleinen WKA mit 200 kW gezeigt, dass sie mit ihrer Array-Messtechnik an den festen Standorten sehr wohl die Luftdruckpulse im gewünschten Druck-Zeit-Verlauf trennen kann.

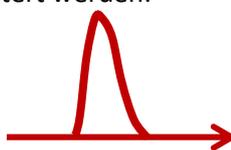
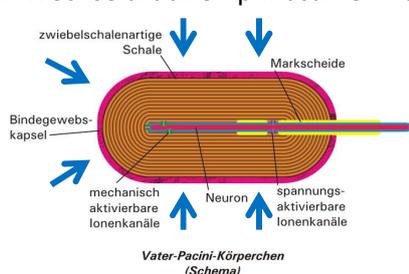


Weiterhin führt BGR permanente Messungen seit vielen Jahren am Teststandort IGADe mit einem fest installierten Array durch. Im Umkreis von 7 km befinden sich dort 65 WKA. Das Array kann wie eine Peilantenne trennen, von welchem Windpark das Signal kommt. Weiterhin verfügt BGR über die erforderlichen Ausbreitungsrechnungen, um Signale entfernungsabhängig zurückzurechnen. **Damit muss unterstellt werden, dass BGR sehr wohl zur möglichen Höhe der Luftdruckpulse von Windparks im Druck-Zeit-Verlauf Erfahrungen gesammelt hat.**



## 5. Wahrnehmung von Druckänderungen durch den Menschen

Unser Körper verfügt über etwa 500.000 Rezeptoren, welche auf Druck und Temperatur empfindsam sind, sie sind Teil unseres komplexen Mess- und Regelsystems, um die vielfältigen Funktionen unseres Körpers zu steuern. Unter den auf Druck empfindlichen Sensoren gibt es verschiedene Arten, welche z.B. auf absoluten Druck oder auf Wechseldruck ansprechen. Am Beispiel der Vater-Pacini-Körperchen soll das Funktionsprinzip von auf Wechseldruck empfindlichen Rezeptoren erläutert werden:



**Elektrischer Puls**

wird über Nervenbahnen

Vater-Pacini-Körperchen gleichen einem mit Flüssigkeit gefülltem Ballon mit mechanisch aktivierbaren Ionenkanälen, in welchen Druckänderungen in Spannungsänderungen umgewandelt werden. Die elektrischen Pulse gelangen über die Nervenbahnen zum Gehirn und werden dort verarbeitet. Die Funktion dieses Körperchens gleicht dem Mechanismus der Druckmessdose, wie von BGR eingesetzt: Eine mechanische Verformung eines Körpers infolge eines angewandten Druckes wird in ein elektrisches Signal umgewandelt.

Unser Tastsinn ist mit einer Vielzahl von auf Druck und Wechseldruck empfindlichen Rezeptoren ausgestattet. Das Experiment mit dem Papierblättchen dient als eine grobe Näherung, um die Empfindlichkeitsschwelle des Tastsinnes auf einfache Weise zu erkunden. Im Bereich der Handfläche hat unser Körper keine Haare, welche aufgrund ihrer Hebelwirkung als Signalverstärker wirken. Unter der als Verschleißschicht angeordneten Hornhaut befinden sich eine Vielzahl von auf Wechseldruck empfindlichen Sensoren. Setzt man aus geringer Höhe ein Papierblättchen aus üblichem Kopierpapier auf der Handfläche ab, so ist die dadurch erzeugte einmalige Druckänderung deutlich wahrnehmbar. Die Rezeptoren können nicht unterscheiden „wer oben

gedrückt hat“, war es das Gewicht eines Papierblättchens oder war es die Druckänderung in der Luft. Kennt man die Druckänderung in der Luft, so lässt sich diese in ein entsprechendes Flächengewicht umrechnen.



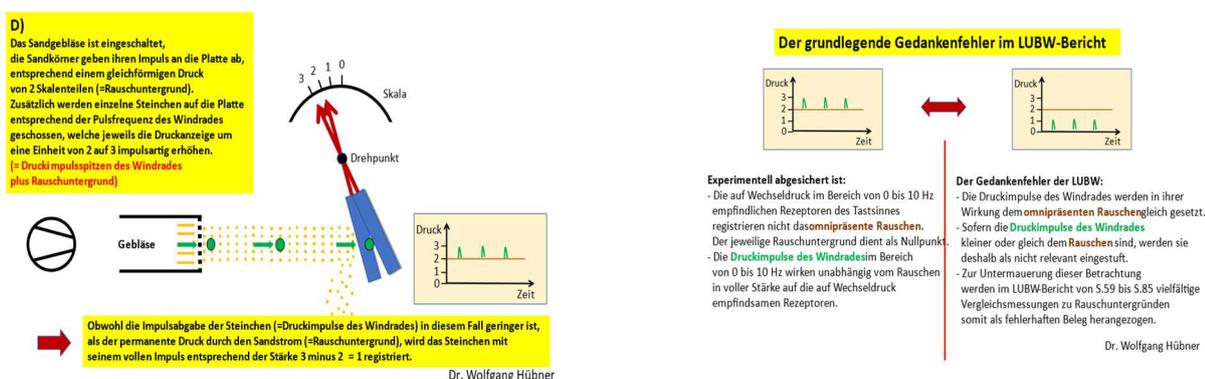
Das Experiment mit dem Papierblättchen ersetzt keine wissenschaftliche Untersuchung, ab welcher Druckänderung unser Körper diese wahrnimmt. Es ist eine erste grobe Annäherung zur Wirkungsschwelle von Wechseldruck auf den menschlichen Körper. Offen bleibt die Grenzempfindlichkeit, welche wie beim Schall auch zwischen den Menschen eine große Schwankungsbreite aufweisen wird. Dabei wird auch eine Rolle spielen,

dass die Ansprechschwelle in Ruhezeiten der Nacht möglicherweise viel empfindlicher ist. Auch die Periodizität des Vorgangs kann eine zusätzliche Absenkung der Wahrnehmungsschwelle verursachen. All diese Unbekannten gehen jedoch in die Richtung, dass die Wahrnehmungsschwelle des Menschen deutlich geringer als bei 0,8 Pascal ist, wie mit dem Papierblättchen ermittelt. Offen bleibt auch, ob die Rezeptoren des Tastsinnes im Bereich der Handflächen diejenigen mit der höchsten Empfindlichkeit sind, im Vergleich zu den vielen an anderen Stellen arbeitenden Sensoren. Insofern **lässt sich konservativ die Aussage treffen, dass der menschliche Körper mit Sicherheit Druckänderungen von deutlich weniger als 0,8 Pascal registriert**. Offen bleibt auch die Frage, in welcher Form unser Nervensystem diese periodischen Signale verarbeitet, die es abgesehen vom Herzschlag in der Natur nicht gibt.

**Damit stellt sich die Frage, ob die von WKA abgestrahlten Luftdruckpulse eine Größenordnung von 0,8 Pascal erreichen, so dass mit einer Anregung der auf Wecheldruck empfindsamen Rezeptoren unseres Körpers zu rechnen ist.**

## 6. Getrennte Erfassung von Lärm und Luftdruckänderungen durch unseren Körper

Wie in (a) ausführlicher dargestellt, ist unser Körper in der Lage die durch Druckänderungen an den Rezeptoren ausgelösten Reize getrennt von Schall/Infraschall zu erfassen. Das Experiment mit der Teilchen-Impuls-Wage erklärt diesen Sachverhalt sehr einfach. Damit wird auch verständlich, warum Vergleiche der Höhe der Luftdruckpulse mit anderen Schallquellen, wie dies beispielsweise von LUBW und anderen Messinstituten gemacht wird, falsch sind.



## 7. Höhe und Wirkung der Luftdruckpulse

Wie in (a) ausgeführt, muss im Umfeld von WKA mit Luftdruckpulshöhen von **mehr als 2 Pascal** gerechnet werden. Diese Aussage stützt sich auf die rechnerische Prognose in der TremAc-Studie, die Daten der BGR zu einer 200 kW-Anlage und auf das Potenzial der WKA zur Druckerzeugung zwischen dem Staudruck vor dem Windrad (130 Pascal) und nach dem Windrad (20 Pascal). Um die tödliche Wirkung der Druckpulse auf Fledermäuse zu erklären, bedarf es sogar noch deutlich höherer Druckschwankungen als 2 Pascal. Aufgrund der gerichteten Ausbreitungscharakteristik nehmen diese am Ort des Windrades erzeugten Druckschwankungen über große Entfernungen nur sehr langsam ab.

In der **schalltechnisch begründeten Ausführung des BMWi** werden dagegen 2 Milli-Pascal = **0,002 Pascal** als zu erwartende Druckänderung durch die WKA mit den Flügeldimensionen (und Geschwindigkeiten am Rotorende) eines Jumbo-Jets genannt. Zur Veranschaulichung: Um eine Druckänderung von 0,002 Pascal auf unserer Handfläche mit einem Papierblättchen zu erzeugen, darf das Papier nur eine Dicke von 0,0025 der Dicke von üblichem Kopierpapier haben, das wäre ein „Hauch von Papier“. Und so eine geringe Druckänderung könnte sicherlich der Fledermaus und dem Menschen nichts anhaben.

In (a) ist weiterhin ausgeführt, warum die im Genehmigungsverfahren genutzten Wirkungsschwellen nur ihre Gültigkeit im Bereich der Schallphysik (hörbarer Schall und tieffrequenter nicht hörbarer Schall = Infraschall) hat, keinesfalls aber als Wirkungsschwelle für Luftdruckpulse verwendet werden darf.

In (c) ist ausgeführt, warum die im Auftrag des UBA durchgeführten Laborversuche mit Probanden (dort als Szenario 1 beschrieben) nicht geeignet waren, um die von WKA abgestrahlten Luftdruckpulse zu simulieren. Damit war diese Studie ungeeignet, um die Frage der Wirkung von Luftdruckpulsen auf den Menschen im Hinblick auf deren gesundheits-schädigende Wirkung zu beurteilen.

Vor diesem Hintergrund ist in Verbindung mit dem für jedermann nachvollziehbaren Tastsinn-Experiment mit einem Papierblättchen zu unterstellen, dass Windräder heutiger Größe in der Lage sind, unsere auf Wechsel- druck empfindsamen Rezeptoren anzuregen, mit gesundheitsschädigender Wirkung.

Stellvertretend für die vielen publizierten Berichte von betroffenen Anliegern wird in (f) die schädigende Wirkung dieser Luftdruckpulse sehr anschaulich erklärt: Das Nervensystem erfährt eine uns von Natur her nicht bekannte getaktete Anregung (allenfalls von Foltermethoden bekannt), mit Symptomen wie Schlaflosigkeit, innere Unruhe und Konzentrationsschwäche.

Dr. Wolfgang Hübner

*Download-Links zu den zitierten Unterlagen:*

(a) "Luftdruckpulse von Windkraftanlagen und deren Auswirkung auf den Menschen"

als Download unter:

<https://www.xn--landschaftsschtzer-z6b.de/wp-content/uploads/2022/01/211016LufdruckpulseVonWKA.pdf>

(b) "Analyse der TremAc-Studie im Hinblick auf die Frage der Gesundheitsgefährdung im Nahfeld von Windrädern" als

Download unter:

<https://www.xn--landschaftsschtzer-z6b.de/wp-content/uploads/2020/12/201208-TremAc-Kritik.pdf>

(c) "Analyse der UBA-Studie "Lärmwirkungen von Infraschallimmissionen" im Hinblick auf die Gesundheitsgefährdung durch Druckpulse..." als Download unter:

<https://www.xn--landschaftsschtzer-z6b.de/wp-content/uploads/2020/11/200920-UBA-Druckpulse.pdf>

(d) Rheologic: Simulation des Luftdruckfeldes einer 2,3 MW Windkraftanlage. Als Download unter:

<https://www.youtube.com/watch?v=JpV9rfXorD8>

(e) DLR: „Allgemeinverständliche Beschreibung des Phänomens Wirbelschleppen hinter Verkehrsflugzeugen“.

Als Download unter:

[https://www.dlr.de/dlr/presse/Portaldata/1/Resources/documents/2013/Wirbelschleppen\\_-\\_eine\\_Einfuehrung.pdf](https://www.dlr.de/dlr/presse/Portaldata/1/Resources/documents/2013/Wirbelschleppen_-_eine_Einfuehrung.pdf)

(f) Typischer Bericht eines im Abstand von 400 m zum Windrad betroffenen Anliegers

<https://www.youtube.com/watch?v=sD1AgMq97oE>

---

*Antwort des BMWI vom 29.12.2021 auf Anfrage eines Bundestags-Abgeordneten,  
der im Kern folgende Frage stellte:*

**„Mit welchen Luftdruckpulshöhen im Druck-Zeitverlauf (angegeben in Pascal) muss bei heutigen Windparks insbesondere bei maximaler Leistung der Anlage und Anströmlage in Windrichtung je nach Entfernung gerechnet werden“**

Sehr geehrter Herr Abgeordneter,

das Ministerium für Wirtschaft und Klimaschutz hat für die Beantwortung Ihrer Nachfrage Kontakt zur Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) aufgenommen und die mit den erwähnten Messungen vertrauten Expertinnen und Experten um eine Rückmeldung gebeten.

**Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der BGR eine Angabe zu den Amplituden der Signalspitzen, die als Druckimpuls beim Passieren der Flügel am Turm entstehen, nicht möglich ist.** Da die Messungen an zwei Windparks in ihrer Gesamtheit durchgeführt wurden, können die Drucksignale jeder einzelnen Windenergieanlage (WEA) nicht separat zugeordnet werden. Die einzelnen Signale überlagern sich und werden in den Messaufzeichnungen als fortlaufendes Rauschen erfasst. Aus diesem Grund werden in der Akustik auch die Schalldruckpegel als Summe aller Pegelwerte in festgelegten Frequenzbändern betrachtet, um als Maximalwerte für unterschiedliche Frequenzen den Einfluss auf den Menschen anzugeben.

Am Beispiel der Untersuchungen in Gagel wird dies im Detail deutlich: Dort wurde ein Windpark modernsten Zuschnitts untersucht, in dem 16 WEA je 3 Megawatt elektrische Leistung erzeugen. Die Messungen wurden kontinuierlich über einen Zeitraum von knapp sieben Wochen durchgeführt. Der Infraschall wurde an insgesamt sieben Messstellen entlang eines Profils mit Abständen zwischen 500 und 3500 Metern zur nächstgelegenen WEA ermittelt. Die Untersuchungen der BGR zeigen, dass sehr deutlich zwischen Phasen geringer Windgeschwindigkeiten mit nahezu keiner Infraschall-Emission und solchen mit hohen Windgeschwindigkeiten bei maximaler Infraschall-Emission unterschieden werden kann. Aufgrund des sehr langen Messzeitraums sind diese Ergebnisse belastbar, da keine kurzzeitigen Einzelmessungen, sondern jeweils viele Messstunden den Betrachtungen zugrunde liegen.

Die Messungen in Gagel zeigen, dass die Schalldruckpegel für die beiden Infraschall-Emissionszustände (maximal und minimal in Abhängigkeit von der Windstärke) des Windparks zwischen 35 (Minimum) und 60 (Maximum) dB liegen. Dies gilt für Messungen in Entfernungen von 500 bzw. 1.000 Metern zur nächstgelegenen WEA des Windparks. Bei 2 bzw. 10 Hz liegt die maximale Infraschall-Emission etwa 50 dB bzw. 40 dB unterhalb der menschlichen Wahrnehmungsschwelle. Dies entspricht einem Verhältnis von etwa 1:300 bzw. 1:100. Das bedeutet, dass die Schalldruckpegel, die der Windpark in Gagel bei maximaler elektrischer Leistungserzeugung emittiert, bereits in 500 Metern Entfernung zur nächstgelegenen WEA mehr als einhundert Mal geringer sind als das, was in der weltweit anerkannten Fachliteratur als menschliche Wahrnehmungsschwelle bei Infraschall beschrieben wird. **Dieser Betrachtung liegen die sogenannten Terzbänder zugrunde, wie sie in der Akustik entsprechend nationaler und internationaler Normen anzuwenden sind (DIN-EN-ISO 266). Anstelle einzelner Frequenzen werden hier die Schalldrücke in einem Frequenzband betrachtet und aufsummiert, womit die größtmögliche Schallwirkung als Funktion der Frequenz angegeben wird.**

Die Schalldruckpegel werden in dem logarithmischen Maß Dezibel (dB) angegeben. 40 dB entsprechen einem Amplitudenwert (im quadratischen Mittel) von 2 Millipascal (mPa) bzw. 60 dB einem Wert von 20 mPa. Etwa 6 dB Zuwachs entsprechen einer Verdoppelung der Amplitude. Folglich lassen sich die Schalldruckpegel in den Terzbändern in (effektive) Amplitudenwerte für jedes Frequenzband umrechnen und für den untersuchten Windpark sowohl bei hohen als auch geringen Windgeschwindigkeiten angeben. Allerdings kann die Amplitude eines einzelnen Druckpulses, der beim Passieren des Flügels am Turm der WEA entsteht, nicht angegeben werden. Weil die einzelnen WEA eines Windparks nicht synchron laufen, sendet jede WEA zu unterschiedlichen Zeiten einen Impuls aus, so dass in den Zeitreihen diese Impulse überlagert sind und nur als kontinuierliche Unruhe instrumentell aufgezeichnet werden können. Lediglich die Betrachtung durch die Frequenzanalyse zeigt die Spitzen bei einzelnen Frequenzen, hierbei jedoch als Überlagerung aller Einzelsignale der einzelnen WEA des Windparks.

Abschließend sei nochmals darauf hingewiesen, dass diese Spitzen bei der Darstellung der Schalldruckpegel in den Terzbändern nicht mehr deutlich sichtbar sind. Dies ist keine Verschleierung, da die Terzbänder die Summe aller Signale (Signalspitzen und Hintergrundrauschen) angeben und somit die größtmögliche Schallwirkung für die jeweiligen Frequenzen angeben. Wir hoffen, dass Ihnen diese Informationen weiterhelfen.

Mit freundlichen Grüßen

Im Auftrag Beate Buchcik

Parlament- und Kabinettreferat Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz