

Dr. med. Ursula Bellut-Staeck
Kladower Damm 3 c
14089 Berlin

23.01.24

Link zum Originalpapier: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=125553>

Impairment of the Endothelium and Disorder of Microcirculation in Humans and Animals Exposed to Infrasonic due to Irregular Mechano-Transduction
[Journal of Biosciences and Medicines](#) > [Vol.11 No.6, June 2023](#)
Ursula Bellut-Staeck

Independent Scientist, Berlin, Germany. DOI: [10.4236/jbm.2023.116003](https://doi.org/10.4236/jbm.2023.116003)

Die Studie ist entstanden, nachdem der Autor ca. 2015 festgestellt hat, dass viele Beschwerden der Anwohner großer industrieller Windkraftanlagen, in kleinerem Umfang auch von Luftwärmepumpen, weltweit Gesundheitsstörungen im Sinne von Mikrozirkulationsstörungen zeigten.

Was ist eine Mikrozirkulationsstörung?

Unter *Mikrozirkulation* versteht man das *feine Kapillarnetz des Gefäßbaumes* mit einer Oberfläche von ca. zwei Fußballfeldern. *Mikrozirkulationsstörungen weisen auf ein Energiedefizit für Substrat und Sauerstoff* hin und beinhalten Symptome wie *Schwäche, Schwindel, Konzentrationsprobleme, Kopfschmerzen, Schulleistungsstörungen* und damit *Störung der normalerweise selbstgesteuerten (autoregulierten) Feindurchblutung*. Kurzfristige oder einzelne Störungen der Mikrozirkulation sind reversibel. Mit längerer Dauer und chronischem Impakt treten klinisch die Folgeerkrankungen einer lang gestörten Mikrozirkulation auf wie z.B. *Herzrhythmusstörungen, Herzschwäche, Bluthochdruck, Immunschwäche, Verschiebungen von Entzündungsreaktionen in Richtung chronischer Entzündung, Anstieg freier Radikale durch Verschiebungen im Redoxstoffwechsel, Arteriosklerose, ggf. Krebserkrankungen*. Diese pathologisch anatomischen Veränderungen sind ab einem bestimmten Punkt nicht mehr reversibel. Das Krankheitsgeschehen ist fixiert. Jedes biologische System erschöpft *bei chronischem Impakt* nach einer individuellen Kompensationsphase.

Auf anderem Weg hat in ihrer Studie 2021 auch das Team Roos, Vahl auf mögliche Stressor- Effekte auf der Membranebene mit Mitbeteiligung des kapillaren Bettes, der Mikrozirkulation, hingewiesen. Roos W, Vahl CF. Infrasonic aus technischen Anlagen. Wissenschaftliche Grundlagen für eine Bewertung gesundheitlicher Risiken. *ASU Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 2021; 56:420-430

Im Disclaimer der Studie stellt der Autor klar, dass es ihm *nicht* darum geht, mögliche wichtige zusätzliche Energielieferanten wie industrielle Windkraftanlagen zu verhindern oder Luftwärmepumpen als solche, sondern rein um den medizinischen Aspekt, nämlich zu klären, ob technische Anlagen *mit der Emission tiefer Frequenzen im Infrasonicbereich bei lebenden Organismen zu einer Unverträglichkeit mit empfindlichen Membranstrukturen wie der Mikrozirkulationsebene, führen*. Windkraftanlagen der heutigen Generation 200 Meter haben eine entsprechende Rotorblattlänge und damit Emissionen sehr tiefer Frequenzen zwischen 16 bis 0,1 Hz . Ihre Emissionen wachsen außerdem mit der Zunahme der elektrischen Nennleistung im Quadrat an.

Seit spätestens 2021 ist bekannt, dass bestimmte Rezeptoren („Sinneswahrnehmer“) auf der Hautebene, aber auch speziell in den *gefäßauskleidenden Zellen – den sog. Endothelzellen –* und damit in allen Organen und Geweben, existieren, die sowohl *Schall als auch Vibration aufnehmen*. *Ardem Patapoutian* hat 2021 den *Medizin-Nobelpreis* für die Entschlüsselung der *PIEZO-1 und -2- Kanäle* bekommen. Damit gelang ihm der Nachweis, *dass alle Organismen nicht nur mit den Ohren hören,*

sondern mit dem gesamten Körper. Diese Kanäle sind *ubiquitär und bei allen mehrzelligen Organismen vorhanden, also auch bei Insekten, Krebsen, Fische, Walen, natürlich auch allen Wirbeltieren, damit auch Menschen*. Diese Kanäle sind *eine* der bekannten aufnehmenden Sensoren von einer Vielzahl der sog. *Mechano-Sensoren* der Gefäßwandzelle wie im Paper dargestellt. Die Aufnahme von Schall und Vibration außerhalb der Ohren ist entsprechend *nicht mit der Hörschwelle (seitens der Behörden oft als „Wahrnehmungsschwelle“ bezeichnet) zu erfassen*, weil die Hörschwelle nur den gerade noch mit dem Ohr hörbaren Schall bezeichnet. Die Hörschwelle *kann deshalb nicht mit einer wie immer gearteten Wirkschwelle für die Wirkung von Infraschall auf zellulärer Ebene gleichgesetzt werden! Genauso wenig können bestimmten Frequenzen (auch Tieffrequenzen) bestimmte Schallpegel als Hörschwelle zugeordnet werden, die dann zur Wirkschwelle erklärt werden wie es das UBA bisher gehandhabt hat. Die Befunde weisen auf das Gegenteil hin: quod errat demonstrandum: Für eine Informationsübertragung sind die erforderlichen Schalldruckpegel desto tiefer je tiefer die Frequenzen sind.*

Eine ganze Reihe *lebenswichtiger Funktionen von Organismen wird nach heutigem wissenschaftlichem Stand über die Übertragung von Kräften auf die Gefäßwandzellen des Kapillarnetzes, den sog. Endothelzellen, gesteuert*. Eine der wichtigsten Funktionen der Endothelzelle ist die Ausschüttung von *Stickstoffmonoxid (NO)*, worüber hauptsächlich *die Gefäßweite der Kapillaren reguliert wird, ein autoregulierte und komplex synchronisiertes System*, das nach aktuellem Bedarf Nährstoffe und Sauerstoffe an Organe und Muskeln im Augenblick des Bedarfs verteilt. In der Übertragung von Kräften spielt dabei das Zellskelett der Endothelzelle eine entscheidende Rolle, da die Kraftübertragung über die sog. *Aktinfasern* sowie die beiden anderen Stützfilamente (*Mikrotubuli und Intermediärfilamente*) ablaufen. Das Paper benennt dazu die entscheidenden wissenschaftlichen Arbeiten.

Lebenswichtige Funktionen wie *Wachstum, Blutdruckregulation, Entzündungsgeschehen, Embryogenese und mehr* sind an den ungestörten Ablauf einer Übertragung von Kräften, die sog. *Mechano-Transduktion*, gebunden. Diese lebenswichtigen Abläufe sind wiederum an endotheliale Integrität (Intaktheit sowohl anatomisch als auch funktional) gebunden. Diese Unversehrtheit wird insbesondere dadurch gewährleistet, dass im Kapillarbett mit einer Kompensationsfähigkeit bis zum 30-fachen des großen Kreislaufs, die Blutflüsse normalerweise *konstant und gleichförmig* sind, da sie physiologischer Weise maximal nur so groß sein können, wie es dem Durchmesser einer Kapillare entspricht. Turbulente Flüsse, dauerhafter sog. *oszillatorischer Stress*, würde auf Dauer zu einer Aufhebung dieser Intaktheit des Endothels mit weitreichenden Konsequenzen führen. Turbulente Flüsse an Gefäßverzweigungen mittlerer und größerer Gefäße sind von ihrer Lage her physiologisch die bevorzugten Stellen (Prädilektionsstellen) für Entzündung und damit Arteriosklerose.

Die Embryonalentwicklung ist an die *Intaktheit (Integrität) des Endotheliums* sowie an den *ungestörten Ablauf mechanischer Kräfte gebunden*. Es besteht Evidenz (Gewissheit) für eine Störung der Embryonalentwicklung durch wiederholte Einwirkung von Tief- und Tiefst-Frequenzen sowohl aus der Arbeitsmedizin als auch aus den dokumentierten Fällen von gehäuften Miss- und Totgeburten (Beispiel der Rentiere der Samen, Beispiel Nerzfarm aus Dänemark). Dies entspricht der Zuständigkeit der endothelialen Ebene für *Teilungsvorgänge, Wachstum und Gefäßaussprossung*. Während der Ausgestaltung und Entwicklung von Organen oder Geweben eines tierischen Organismus (Morphogenese) steuert *Scherspannung (laminarer Flow)* die Bildung des Gefäßbaums nach Hahn und Schwartz (2009) (Quelle [23] des Papers)

Die Spannungsfasern der Endothelzellen (insbesondere Aktinfasern und Mikrotubuli) sind zur Kraftübertragung über einen weiten Frequenzbereich (sog. *Mechano-Transduktion*) befähigt, dabei liegt der Schwellenwert für eine 1:1 Übertragung (100%) für Aktin-Spannungsfasern bei $10^{-3} - 10^{-2}$ Hz und für Mikrotubuli bei $10^{-5} - 10^{-4}$ Hz liegt. Das bedeutet, dass alle Strukturen mit Aktinfasern eine

besondere Empfindlichkeit gegenüber Tieffrequenzen aufweisen (Quelle [22] des Papers). Die Amplitude eines Signals wird wesentlich deutlicher beantwortet als die Dauer, die zu einem Sättigungsverhalten führt (Quelle [22,30] des Papers).

Neben *oszillatorischem Stress* kennen wir den *oxidativen Stress*, wobei beide zusammen hauptverantwortlich für die Entwicklung von Entzündung, Arteriosklerose, Bluthochdruck, Fibrosebildung und chronische Entzündung sind.

Erfolgt nun die *NO-Ausschüttung* – ggf. gestört durch äußerliche Faktoren – *nicht jederzeit adäquat zur richtigen Zeit, am richtigen Ort und in der richtigen Menge* – kann *NO* *gegenteilige Auswirkungen haben, was letztendlich erheblichen oxidativen Stress bedeutet*. In der richtigen Dosis, zur richtigen Zeit und am richtigen Ort, ist *NO* das wichtigste Antioxidans.

Die Aufgabe der Studie bestand darin, zu klären, ob der externe *Stressor Infraschall* unter bestimmten Voraussetzungen in *Frequenz, Schalldruck und Impulshaftigkeit* mit dem heute verfügbaren Wissen über die Kraftübertragungen bei Endothelzellen ein *oszillatorisches Feld* im normalerweise laminaren Kapillarbett erzeugen kann, das zu dekodierbaren, aber irregulären Informationsübertragungen führt. Darüber hinaus würde die nichtadäquate Bereitstellung des *NO* zu erheblichem *zusätzlichem oxidativem Stress* mit Anstieg der *ROS* führen.

Unter welchen Voraussetzungen dies möglich ist, ergibt sich aus anerkannten internationalen wissenschaftlichen Quellen zur Übertragung von Kräften auf Endothelzellen der letzten ca. acht Jahre und damit sehr aktueller Forschung. Hauptbefunde:

Starke Frequenzabhängigkeit der Kraftübertragung mit Definition eines Schwellenwertes für Aktinfilamente und Mikrotubuli. Aktinfilamente sind „low pass filter“.

Die Tiefe der Frequenz ist entscheidend für die Wirkung, der Schalldruck ist in der Wichtigkeit nachrangig.

Tief- und Tiefst Frequenzen nähern sich einem Schwellenwert für eine 1:1 Übertragung der Information des Schalls auf Membranstrukturen für Aktinfasern (Teil des Stützgerüsts der Endothelzelle) an. Der Schwellenwert für Aktinfasern liegt bei 10^{-2-3} Hz.

Die Impulsivität wird deutlicher beantwortet als ein dauerhafter Reiz.

Hieraus ergibt sich folgendes Resultat:

Tief- und Tiefst Frequenzen, emittiert von technischen Anlagen, möglicherweise impulsiv, sind bei chronischem Impakt mit vitalen Funktionen von Organismen nicht kompatibel, damit *stehen sie den Lebensgrundlagen auf mikrobiologischer Ebene entgegen*.

Die Aufnahme von Schall und Vibration über die Mechano-Sensoren der Endothelzellen *ist ubiquitär und unabhängig von einer Wahrnehmung über das Ohr oder des vestibulären Organs. Die Hör- oder Wahrnehmungsschwelle des Ohres ist nicht identisch mit der Wirkschwelle*.

Der Schalldruck ist nachrangig für die Wirkung.

Da die Problematik alle mehrzelligen Organismen, auch Insekten, Fische, Wale betrifft, bedeutet dies ein möglicherweise riesiges, bisher unerkanntes Problem für die gesamte Biodiversität!

Die *Gefäßgesundheit* ist eng mit der *NO-Bioverfügbarkeit* verbunden. Von großer Bedeutung für ihre Erhaltung ist die Einordnung möglicher schädigender Umweltfaktoren. Dabei müssen die besonders empfindlichen Bevölkerungsgruppen der Benchmark sein. Unsere Hypothese kann helfen, empfindliche Stadien für die „Kraftübertragung“ (Mechano-Transduktion) tiefer Frequenzen von Schall zu definieren.

Tieffrequenzen und Vibration werden seit vielen Jahren in der Arbeitsmedizin zu Recht als Gesundheitsgefahr für sensible Gruppen wie Kinder oder Schwangere eingeordnet. Das eigene Wohnungsumfeld von Familien ist deswegen mit aller Konsequenz zu schützen.

Die Hypothese mit hoher Evidenz bedarf noch einer abschließenden Verifizierung durch die im Paper genannten Verfahren, die am geeignetsten erscheinen.

Das Für und Wieder die Hypothese über den pathophysiologischen Weg ist angesichts zahlreicher Übereinstimmungen der bisherigen Studienlage und Quellen sowie Beobachtungen so schwerwiegend, dass dringende Vorsorgemaßnahmen angezeigt sind, auch gerade hinsichtlich der Beeinträchtigung der sensiblen Gruppen sowie aller Tiere, auch Insekten, Wale und Bedrohung der Biodiversität.

Anmerkung: Zu allen Aussagen finden sich fundierte Quellen aus der Literatur im Originalpaper

Dr. med. Ursula Bellut-Staeck

Fachärztin, Wissenschaftsautorin, Spezialgebiet Mikrozirkulation, kardiovaskuläre Physiologie, vaskuläre Biologie