

Prävention subjektiver Störgeräusche

Eckard Blumschein

Institut für Elektronik, Signalverarbeitung und Kommunikationstechnik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
blumschein@et.uni-magdeburg.de

Allein in Deutschland klagen Millionen Menschen über Tinnitus. Darüberhinaus sind weltweit bisher Tausende vom sogenannten Brummtton betroffen, der in den U. S. A. als Taos hum bekannt ist. Während solche Wahrnehmungen gar nicht auf messbarem Schall beruhen, artikulieren Betroffene in zahllosen Streitfällen immer wieder auch Zweifel daran, dass die objektive Einhaltung von Grenzwerten ihre subjektive Belästigung fair bewertet. Dies gilt insbesondere an der unteren Frequenzgrenze der Hörbarkeit des Schalls. Leider nimmt der Umfang von nicht akustisch erfassbaren Hörwahrnehmungen rasch zu. Verantwortlich dafür fühlt sich bisher niemand. Betroffene, denen weder die Akustiker noch die Mediziner helfen konnten, schlossen sich zusammen. Erfolgreich ist vor allem die Interessengemeinschaft zur Aufklärung des Brummtons (www.igzab.de, www.brummt.de). Hervorzuheben sind auch Aktivitäten in Dänemark (Feinde des Infraschalls) und in England (Low frequency noise sufferer association: LFNSA). Dieser Aufsatz stellt neue Erkenntnisse dar, berücksichtigt dabei auch Aspekte suchartiger und allergischer Wahrnehmung von Geräuschen und versucht in Verbindung mit einer Revision traditioneller Theorien vom Hören Empfehlungen für einen insgesamt verantwortungsvolleren Umgang mit Schall zu geben.

1 Unterschiede zwischen Tinnitus und Brummtton

Die von Aage Møller [1] adaptierte Definition von Tinnitus als Wahrnehmung von Schall ohne dass Schall das Ohr von außerhalb des Körpers erreicht, ist nicht eng genug und auch nicht plausibel. Tinnitus ist keine akustische Halluzination. Die Betroffenen hören ja nicht gelegentlich Stimmen oder Melodien sondern pausenlos meist ein sehr monotones Pfeifen. Langner [2] hat gezeigt, dass Tinnitus sowohl mit abnormer Übererregung im Gehirn als auch mit dem Fehlen von Signalen aus dem Innenohr korreliert und im Tierversuch durch ototoxische Substanzen oder ein Knalltrauma ausgelöst werden kann, welche die Haarzellen zerstören. Somit liegt es nahe, die vielfältigen Formen von Tinnitus sämtlich als Störungen von Gegenkopplungsmechanismen im auditorischen System zu deuten, meist ausgehend von Fehlfunktionen im Innenohr. Verschwindet ein solcher Tinnitus innerhalb wenige Tage wieder, so deutet dies auf Erholungsprozesse im Innenohr hin. Schwere Schäden in menschlichen Innenohr sind leider unheilbar. Solange es nicht gelingt, wieder fehlerfreie Signale bereitzustellen wird also permanent ein Tinnitus provoziert. Mit einem Implantat (CI) hat man zwar in Einzelfällen eine gewisse Besserung erreicht. Meist kann man das Befinden der permanent von Tinnitus Betroffenen jedoch nur über die Psyche verbessern.

Gespräche mit etwa 200 auf Hörschäden untersuchten Studenten ergaben in grundsätzlicher Übereinstimmung mit einer Studie [3], dass bei Jugendlichen in der Regel noch keine Permanenz von Hörschäden und Tinnitus als Folge exzessiver Exposition in Diskos erkennbar ist. Dagegen hatten sich fast alle Befragten an häufiges vorübergehendes Ohrenklingeln etwa ebenso gewöhnt wie sie einen Sonnenbrand akzeptieren. Freilich werden die Jugendlichen nachdenklich, wenn man ihnen klarmacht, wie unersetzlich und überaus empfindlich die Mikrostruktur ihres unscheinbaren Hörorgans ist und dass sich ja auch die vergleichsweise simple Haut jeden Sonnenbrand „merkt“. Zum späteren Ausbruch des Tinnitus mögen mangelhafte Durchblutung und Alterung von Innenohr und Gehirn ebenso beitragen wie das was man früher „Nervenzusammenbruch“ nannte und heute auf zu viel Stress schiebt, ferner Vergiftungen durch Medikamente, Nierenleiden, etc. Tinnitus geht oft einher mit Verspannungen von Kopf- und Nacken-Muskeln.

Insgesamt mag der Tinnitus also als ein jedermann bekanntes und dem Fachmann relativ vertrautes Phänomen gelten. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass unerfahrene Mediziner den Brummtton regelmäßig als eine Form von Tinnitus missdeuteten.

Dagegen protestierten vor allem jene Betroffenen, die gleichzeitig am Tinnitus und am Brummtton leiden. Sie behaupteten: Der Brummtton kommt von außen. Im Gegensatz zum Tinnitus handelt es sich beim Brummtton tatsächlich um eine echte Wahrnehmung, allerdings keine akustische. Hierfür gibt es mannigfaltige Anzeichen. Charakteristisch für den Brummtton ist zunächst, dass er starken zeitlichen Schwankungen unterliegt und auch nicht allorts gleich stark ist. Drei Betroffene demonstrierten mit verbundenen Augen durch entsprechendes Heben und Senken die Gleichartigkeit der zeitlichen Schwankung des nur von ihnen wahrgenommenen Tons. Da der Brummtton glücklicherweise viel seltener vorkommt als der Tinnitus, befällt er zunächst gewöhnlich Einzelpersonen, welche vergeblich nach einer äußeren Ursache ihrer subjektiven Wahrnehmung suchen, weil sie den Brummtton als von außen kommend empfinden, ihn aber weder nach ihrem Gehör noch durch Schallmessungen orten können. Sie fanden jedoch heraus, wie sie den Brummtton zumindest kurzzeitig mehr oder weniger zum Verstummen bringen können. Dies gelingt erwartungsgemäß mit Hilfe eines von ihm ablenkenden Geräuschs, denn das ungeliebte Brummen ist sehr leise. Es gelingt aber auch durch spezielle Bewegungen bzw. Anspannungen von Muskeln des Kopfes oder des Halses. Offenbar reagieren also Brummtton und Tinnitus gegensätzlich auf solche Stimulationen, denn den Tinnitus kann man damit bekanntlich zeitweilig lauter machen. Wahrscheinlich resultieren beide Effekte aus lateral hemmende Einflüssen des Tastsinns auf phylogenetisch verwandte und im Gehirn benachbarte Nervenzellen. Beim Tinnitus mag diese Hemmung eine noch stärkere Gegenkopplung bewirken. Der Brummtton wird als echte Wahrnehmung unterdrückt. Während beim Tinnitus „Morsen“ eine Verschlimmerung anzeigt, äußert sich ein schwerer Fall des Brummttons in dessen Monotonie.

2 3D-Impuls-Radar als Ursache des Brummttons

Im Auftrag des amerikanischen Kongresses hatte bereits 1993 eine Expertenkommission vergeblich versucht, Klagen von etwa 2% der Bevölkerung über ein mysteriöses Brummen in Taos und anderen Städten von Neu Mexiko aufzuklären. Auch in Europa hat man mittels akustischer Messungen nur in Ausnahmefällen die Verursacher von Brummtönen, Infraschall und Vibrationen gefunden. Der „echte“ Brummtton ist mit Mikrofonen nicht messbar. Obwohl er hinsichtlich seiner Merkmale weltweit übereinstimmend beschrieben ist, bleibt seine Ursache unter Laien weiterhin Gegenstand wüster Vermutungen. Eine Abhängigkeit des Brummttons vom Netz der elektrischen Energieversorgung kann man ausschließen, da Betroffene durch Vergleiche mit Sinustönen die Höhe des Tons zu 72 Hz oder eventuell genau eine Oktave tiefer bestimmt haben, unabhängig davon, ob die Frequenz im Netz bei ihnen 50 oder 60 Hz betrug. Sendeantennen für Mobilfunk und dergleichen kommen als Quelle vor allem deshalb kaum in Frage, weil ihre Modulationen nicht zu den Merkmalen des Brummttons passen und ihre Leistungen zu gering sowie ungebündelt sind. Vereinbar mit allen Beobachtungen ist dagegen die Vermutung, dass der Brummtton vom 3D-Impuls-Radar verursacht wird. Die Betroffenen hören das Brummen zunächst nur nachts innerhalb von Häusern, also gut abgeschirmt von Geräuschen aus der Umgebung. Einige fanden heraus, dass es vor allem bei stabilen Wetterlagen besonders stark ist. Andere verwiesen auf zeitliches Zusammentreffen mit abnormen Sonnenaktivitäten. Nicht nur die Tageskurve des beobachteten Brummens korreliert eindeutig mit dem gleichzeitig gemessenen Verlauf des Hochfrequenzfelds. Die Messung widerspiegelte auch eine vielfach irrtümlich als Schwebung gedeutete Pulsation der Brummstärke, beispielsweise zwölfmal je Minute, entsprechend der Rotation des Radars. Der echte Brummtton ist ein flatterhaftes Nachtgespenst, denn die vom Radar schräg von unten mit bis zu

125 Megawatt punktförmig angeleuchtete Atmosphäre ist hinsichtlich ihrer beugenden und reflektierenden Eigenschaften in Deutschland wechselhaft. Bei einer auch am Tage ausgeprägten Inversion, also wenn es auf den Bergen wärmer ist als unten, dröhnt es am schlimmsten, sonst nur nachts. Betroffene hören die Pulsfrequenz des Radars (wenige kHz) nicht oder nur nebenbei. Aspekte der Wahrnehmung werden getrennt diskutiert [4]. Bisher nimmt man an, dass die eigentliche Brummfrequenz durch die vertikale Abtastung des Luftraums entsteht. Spekulationen über eine Beteiligung von Schumann-Resonanzen sind unglaubwürdig. Die stärkste dieser aus der Kugelform der Erde resultierenden Resonanzen liegt mit knapp 8 Hz viel tiefer als der Brummtton. Für Radars als Ursache sprechen ferner nachgewiesene Korrelationen zwischen den Standorten stationärer Radaranlagen und den in ihrem Umkreis gemäß Brummkarten betroffenen Gebieten sowie zwischen den Zeitpunkten ihrer Inbetriebnahmen und dem Auftreten des Brummens.

3 Geräuschallergie und Suchtaspekt des Hörens

Als vom echten Brummtton betroffen sind in Deutschland bisher einige hundert Menschen registriert, die meisten von ihnen leben im Südwesten. Eine zukünftige Ausweitung des Phänomens (eventuell sogar auf fast die gesamte Bevölkerung) kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, denn die Leidengeschichte von Langzeit-Betroffenen lässt erkennen, dass sich die unerwünschte Fähigkeit den Brummtton zu hören in einem unwillkürlichen Lernprozess immer stärker ausbildet. Hochgradig Sensibilisierte hören den Brummtton dann ständig und fast überall. Einer der Betroffenen beobachtete, dass ein leiser Ton einer speziellen Trommel (unter 100 Hz) mehrere Minuten lang nachbrummt. Mehrfach wurde berichtet, dass das Gehör mit dem tiefen Ton eines vorbeifahrenden Autos in „nachhaltige Resonanz“ geraten kann. Angesichts der Plastizität des menschlichen Gehirns sind solche Effekte auch ohne physiologische Besonderheiten durchaus möglich, wenn das „Training“ immer wieder belohnt wird. Dies berührt bisher sträflich vernachlässigte Fragen der Wirkung von als Geräusch wahrgenommenen Signalen auf das Gefühl. Neil Todd [5] weist darauf hin, dass außerhalb der Hörschnecke im Sacculus liegende Hörzellen einen direkteren Zugriff zum Belohnungszentrum haben und somit Gefühle stärker steuern als das normale Hören. Dies trifft sicherlich auch auf jene Haarzellen zu, die sich in den Bronchien oder gar im Herz befinden und die man bisher nur im Zusammenhang mit vibroakustischen Schädigungen beachtet hat. Wahrscheinlich greift jede nicht-spektrale Wahrnehmung direkt zu, denn laute tiefe Töne werden ja wie ein Suchtmittel genossen, wobei Klangtreue nicht das primär zu befriedigende Bedürfnis ist. Die Erwartungshaltung bestimmt, ob die emotionale Stimulation angenehme Gefühle oder aber beispielsweise Angst bewirkt. Auch Wachsamkeit wird belohnt. Beim Brummtton dominiert offensichtlich die Beunruhigung. Die Mehrzahl der Betroffenen sind Frauen, die mehr als 50 Jahre alt sind und gewissermaßen eine Allergie gegen das Brummen entwickelt haben, weil sie es zunächst nicht zuordnen konnten. Das irregulär allmählich anschwellende Brummen bot ihnen die Gelegenheit, Wachsamkeit gegenüber einer vermuteten Gefahr zu üben und das zunächst vage erahnte Geräusch zunehmend klarer bestätigt zu finden. Diese Selbstsensibilisierung muss man stoppen, indem das Geräusch als harmlos interpretiert wird.

4 Abhilfe und vorbeugende Maßnahmen

Wer unter permanentem Tinnitus leidet, ist gut beraten seinem lästigen Begleiter so wenig Aufmerksamkeit wie möglich zu schenken. Sonst kann das Geräusch schlimmer werden. Wenn man beim Brummtton akzeptiert, dass die Ursache mehr oder weniger aufgeklärt ist und sich technisch nur begrenzt abstellen lässt, ist ebenfalls keine Selbstbeobachtung nötig. Betroffene sollten nicht gerade auf Teneriffa, bei Stuttgart oder im nördlichen Seeland Urlaub machen sondern in einer brummfreien Zone. Falls sich Vermutungen zum Intervall-Mechanismus der Wahrnehmung des Brummttons bewahrheiten, ist es denkbar, zukünftig durch einen psychologischen Test Personen mit besonderer Disposition für den Brummtton frühzeitig herauszufinden und zu beraten. Man kann Kindern erklären, dass sie einen (übrigens als Nachgestaltung

abspielbaren) Brummtton getrost überhören dürfen, weil er eines von vielen zum Leben gehörenden Geräuschen ist.

Erfahrungen mit einem brummsicheren Bau bzw. Umbau von Wohnhäusern liegen noch nicht vor. Eventuell sind zweischalige Häuser stärker betroffen. Um ein Gefühl für die (Un-)Wirksamkeit von elektromagnetischen Abschirmungen zu bekommen, kann man testen, ob diese die den Mobilfunk unterbinden. Frequenz und Wellenlänge des hauptsächlich verdächtigten Radartyps FPS-117 betragen rund 1,5 GHz bzw. 20 cm. Das Echo des Strahls oder auch ein wetterbedingt nach unten verbogener Strahl kommt schräg von oben, geht durch dicke Wände und sehr kleine Fenster. Anders als gegen Infraschall ist eine Abschirmung gegen Radarwellen jedoch grundsätzlich möglich.

Einige Betroffene vermuten, dass sie sich infolge längerer Belästigung durch niederfrequenten Schall eine Sensibilisierung zugezogen und diese dann auf den Brummtton übertragen haben. In Verbindung mit der Auffassung [4], dass die Wahrnehmung bei Frequenzen unter 100 Hz kaum noch spektral erfolgt, besteht Veranlassung zum grundsätzlichen Überdenken der hier geltenden audiometrischen Messverfahren und Grenzwerte. Offensichtlich gibt es Menschen ohne sonstige psychische oder physiologische Auffälligkeiten, die auf niederfrequenten Schall völlig anders als der Normalhörer reagieren. Manchmal sind sie nur allergisch gegenüber speziellen Schallmustern. Der Autor selbst fühlte sich durch leerlaufende Dieselmotoren zeitweise körperlich erheblich gestört. Gesellt sich zur unangenehmen Wahrnehmung die manchmal nicht unbegründete Vorstellung, dass Infraschall und Vibrationen die Gesundheit schädigen, kann auch ein leises Geräusch zum unüberwindlichen persönlichen Problem werden.

Generell ist das subjektive Hören stark davon abhängig wie wir mit dem messbaren Schall und seinen Wirkungen umgehen. Es wäre unverantwortlich sich auf einseitige Schuldzuweisungen zu beschränken und gegebene Handlungsspielräume zu ignorieren.

Die Tinnitus-Selbsthilfe-Gruppen helfen psychisch bedingten Tinnitus zu heilen und leisten ähnlich wie ein Hospizdienst wichtige Lebenshilfe auch für jene, deren Innenohren irreparabel geschädigt sind. Vorbeugung verspricht bei viel geringerem Aufwand ein bedeutend besseres Ergebnis wenn man sich nicht auf audiologisch nachweisbare Hörschäden beschränkt sondern sich bemüht, auch jene akustischen Einflüsse auszuschalten, die in Verbindung mit anderen Risikofaktoren das Innenohr allmählich und unmerklich schädigen [6]. Lehrer können die Jugendlichen über den Stapedius-Reflex, eine wichtige Schutzfunktion unseres Körpers aufklären. Bisläng regeln Kinder die Lautstärke von Kopfhörern nach, wenn diese wegen TTS scheinbar leiser werden.

Wenn eine Beschallungsanlage nicht hochgenauer Wiedergabe dient sondern Hemmschwellen abbauen soll, muss sie natürlich auch mal laut genug sein, vor allem im berauschend wirkenden Tieftonbereich. Der Frequenzgang muss dazu jedoch nicht am Rand überhöht werden. Ein Hochtöner kann die Haarzellen mehr gefährden als ein Breitbandlautsprecher, und dies ist unnötig, da man hohe Pegel hoher Frequenzen gar nicht hört [4].

Literatur

- [1] A. R. Møller: Hearing, Its Physiology and Pathophysiology. San Diego: Academic Press 2000.
- [2] G. Langner, E. Wallhäußer-Franke: Ein Modell zur Entstehung von Tinnitus im zentralen auditorischen System auf der Grundlage neurophysiologischer Untersuchungen: DAGA 2001.
- [3] E. Hoffmann, G. Fleischer: Neue Erkenntnisse zu Sozialektose und Presbyakusis- Aspekte zur Alterung des Gehörs. Widex- Weiterbildungsveranstaltung zur Hörerätetechnologie 1998.
- [4] E. Blumschein: Diskussion der Wahrnehmung geflüsterter Sprache und des Brummttons. DAGA 2002
- [5] N. Todd: Evidence for a behavioral significance of saccular acoustic sensitivity in humans *JASA* **110** (2001)1, 380-390.
- [6] S. Hequembourg, M. C. Liberman: Age-related cochlear damage in C57BL/6 mice: spiral ligament pathology precedes hair cell loss. ARO 2001, #20327.

Diskussionsempfehlungen

www.brummt.de

<http://iesk.et.uni-magdeburg.de/~blumsche/AuditoryFunction.html>