«Unhörbarer» Lärm

Brummtöne und andere leise Störgeräusche belasten zunehmend Menschen in ihrem Alltag. Die Suche nach den Ursachen gestaltet sich schwierig. Was Betroffene wissen sollten.

Text: Andrea Pauli

Serie: Umweltbelastungen, Teil 1

Es tönt wie ein Dauerschleudergang der Waschmaschine, wie ein unendlich malmender Gesteinsbrecher, wie ein Betonmischer oder ein laufender Dieselmotor: das rätselhafte Dröhnen und vibrierende Brummen, dem sich zunehmend mehr Menschen ausgesetzt sehen. Die Folgen für die Betroffenen: Stressreaktionen, die sich u.a. in Schlafstörungen, Konzentrationsstörungen, Übelkeit, Sehstörungen, Schwindel, Herzrhythmusstörungen, Müdigkeit, Depressionen, Angsterkrankungen und dauerhaften Hörstörungen äussern. Das «Brummton-Phänomen» (englisch: «the hum») ist ein globales Problem und seit den 1950er-Jahren bekannt.

Zunehmend beschäftigen sich nun auch Wissenschaftler und Akustikexperten mit dem Brummton – und nehmen damit all die Personen ernst, bei denen fälschlicherweise Tinnitus oder gar psychische Störungen diagnostiziert wurden. Denn der Brummton ist keine Einbildung, sondern messbar. Es handelt sich dabei um tieffrequenten Schall. Dieser wird in herkömmlichen Pegelmessungen bislang (zu) gering gewichtet und liegt darum unter den zulässigen Grenzwerten.

Hörgrenzen variieren beim Menschen

Das menschliche Ohr kann Schall mit Frequenzen von etwa 16 bis 20 000 Hertz hören; die Hörgrenzen variieren individuell. Als tieffrequent werden Geräusche bezeichnet, deren Frequenzen kleiner als 100 Hertz sind. Infraschall liegt definitionsgemäss zwischen 0,1 und 20 Hertz. Infraschall und tieffrequenter Hörschall weisen gemeinsame Eigenschaften und Wirkungsbesonderheiten auf, weshalb Experten aus umweltmedizinischer Sicht dafür plädieren, beide zusammen zu betrachten.

Solche Brummgeräusche sind beileibe keine Seltenheit und haben sogar zugenommen, besonders im Wohnumfeld. Auslöser können Wärme- und Umwälzpumpen sein, Mähroboter, Lüftungen und sonstige haustechnische Anlagen. Auch Windräder, Trafostationen, Flug- und Schienenverkehr erzeugen tieffrequente Geräusche. In Verbindung mit sogenannten Raumresonanzen (innen wie aussen) kann sich die Geräuschentwicklung solcher «Schallerreger» im tieffrequenten Bereich erheblich steigern. Gehörschutz bietet dabei kaum Hilfe.

«Die physiologischen und psychologischen Auswirkungen von tieffrequentem Schall auf Menschen und Tiere werden tendenziell unterschätzt», konstatieren die zertifizierten Akustiker Inès und Fabian Neuhaus, Autoren eines von der Abteilung für Umwelt des Kantons Aargau herausgegebenen Leitfadens.

Die Reaktion des Körpers auf tieffrequente Geräusche unterscheidet sich von der Reaktion auf höhere Schallfrequenzen. Tieffrequente Laute wirken auf das Ohr in der Regel nicht unmittelbar schmerzhaft, «haben jedoch Auswirkungen auf den ganzen Körper und die inneren Organe. Entwicklungsgeschichtlich mit Gefahr in



Verbindung gebracht, können sie zu innerer Unruhe und damit zu negativem Stress führen», so Neuhaus. Interessanterweise können gerade ältere Menschen eine ausgeprägte Wahrnehmung im tieffrequenten Bereich haben, die sogar tiefer als die gemeinhin angenommene Hörschwelle von 16 Hertz reicht.

Auswirkungen auf Gehör und Psyche

Dass der Mensch tiefer hört als gedacht, konnten Forscher der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig 2015 nachweisen. In ihren Untersuchungen beschallten sie mittels einer speziell konstruierten Infraschallquelle gezielt das Ohr von Probanden oberhalb ihrer Hörschwelle. Bei den Versuchspersonen wurden zudem Hirnscans gemacht. Die Ergebnisse waren eindeutig: Bis hinunter zu Frequenzen von 8 Hertz gaben viele Teilnehmer an, noch etwas wahrzunehmen, auch wenn sie keine Tonhöhen mehr unterscheiden konnten. Die Hirnscans zeigten zugleich ein Ansprechen von Gehirnregionen, die bei Emotionen eine Rolle spielen. «Das heisst, der Mensch nimmt dann eher diffus wahr, dass da irgendwas ist und dass das auch eine Gefahr bedeuten kann», so PTB-Akustiker Dr. Christian Koch.

Interessant sind auch die Erkenntnisse von Wissenschaftlern der Ludwig-Maximilians-Universität München, die 2014 in einem Laborexperiment massen, welche Effekte tieffrequente Töne auf das Innenohr zeigen. «Es hat Auswirkungen auf die spontanen otoakustischen Emissionen des Innenohrs (SOAEs), wenn das Ohr tieffrequentem Schall ausgesetzt ist», so Dr. Markus Drexl. «Die Zeit, die das Innenohr braucht, um sich von tieffrequenten Geräuschen zu erholen, ist länger als die Dauer, die es dem Ton selbst ausgesetzt ist.» Ob dies ein erstes Anzeichen für eine potenzielle Schädigung des Innenohrs durch tieffrequente Töne ist, sollen weitere Versuche zeigen.

Physiologische Reaktionen beim Menschen durch tieffrequenten Lärm konnte der Psychoakustiker Klaus Genuit, Honorarprofessor der RWTH Aachen, messen. «Dass dadurch Gesundheitsschäden ausgelöst werden, kann man vermuten, aber es gibt noch nicht genügend statistische Aussagen darüber.»

Für Dr. Christian Sejer Pedersen von der Universität Aalborg in Dänemark steht fest, «dass tieffrequente Töne die Lebensqualität mindern. Viele Betroffene sind dem Problem schon seit Jahren ausgesetzt und sehen sich einer unsichtbaren Bedrohung völlig hilflos ausgeliefert».

Es gab durchaus erfolgreiche Versuche, mithilfe psychologisch basierter Methoden die Akzeptanz tieffrequenter Geräusche zumindest zu verbessern, so Dr. Koch. «Ich persönlich glaube, dass hier noch Potenzial ist, mit den Sorgen der Betroffenen konstruktiv umzugehen.»

Nichtsdestotrotz empfinden es Betroffene selten als hilfreich, wenn ihnen ihr Umfeld rät, doch einfach ihre Einstellung dem Brummton gegenüber zu ändern.



Detektivische Suche nach dem Auslöser

Dem Auslöser eines Brummtons auf die Spur zu kommen, ist alles andere als einfach. «Es kann durchaus sein, dass Betroffene mit Überzeugung eine bestimmte Ursache für das Störgeräusch benennen, diese aber trotzdem nicht die eigentliche Quelle ist», geben die Autoren des kantonalen Leitfadens zu bedenken. Unerlässlich ist darum genaue Beobachtung: «Aus umgebungsakustischer Sicht ist es wichtig, zunächst die akustische Erscheinungsform (Klangcharakter, zeitliches Auftreten, Anfang und Ende, Lautstärkeschwankungen) bestmöglich einzugrenzen, bevor nach einer Geräuschquelle gesucht wird», so die Akustiker. «Je besser die akustischen Eigenschaften des Geräuschs erfasst werden, desto schneller lässt sich die Ursache des Problems finden», erklären die Autoren.

Gelingt es, ein Geräusch zu isolieren, können mithilfe einer fundierten akustischen Analyse mögliche Ursachen eingegrenzt und die Quelle gefunden werden. Ziel dabei ist die Reproduzierbarkeit des Brummtons mittels einer Audioaufnahme. Heutzutage gibt es einfach zu bedienende, handliche Aufnahmegeräte mit hochwertigen Mikrofonen, die sich dafür eignen.

Wenn der Raum mitschallt ...

Was man sich vielleicht gar nicht recht vorzustellen vermag: Auch die räumliche Umgebung kann zu problematischen Geräuschen beitragen. Sogenannte Raumresonanzen (durch die Geometrie eines Raumes bedingte Eigenfrequenzen) können leicht angeregt werden und zu nervigen akustischen Erscheinungen im tiefen Frequenzbereich führen. Die Folge: Ein Dröhnen oder Wummern, das praktisch immer hörbar ist, wenngleich nicht für alle Menschen. Die Crux: Raumresonanzen wirken sich dann besonders stark aus, wenn ihre Frequenz mit derjenigen einer Schallquelle übereinstimmt. Häufig ist das in Kombination mit Kühlschränken der Fall, wobei sich das Gerät im selben Raum, in benachbarten Räumen oder Wohnungen befinden kann.

Perfide: Auch Geräusche von Quellen ausserhalb des Hauses können durch Raumresonanzen verstärkt werden – in unmittelbarer Nähe ist das Brummen womöglich aber kaum hörbar. Auslöser von Störgeräuschen können z.B. mitschwingende Bauteile von Gebäuden sein, angeregt durch beliebige Schallereignisse. Es werden dadurch in einer Umgebung die immer gleichen Frequenzen hörbar. «Dies kann störend wirken, wenn man einmal darauf sensibilisiert

Mögliche Verursacher

Typische technische Quellen für tieffrequenten Schall oder Störgeräusche sind ...

... in der Wohnung:

* Kühlschrankkompressor
* Lüftungsgeräusche (Rauschen, Pfeifen, Ventilatoren)

... im Haus:

* Umwälzpumpe der Heizung (Brummen der Pumpe, Strömungsgeräusch, Pfeifen eines Ventils)
* Heizung (Brenner, Kamingeräusch)
* im Mehrfamilienhaus das Strömungsgeräusch der Warmwasserzirkulation
* Elektrotableau: Brummen bzw. «Singen» der Elektrozähler oder von Leistungsschaltern
* Musikanlage des Nachbarn: Tiefton-Lautsprecher (Subwoofer)/Home Cinema mit Vibratoren

... in der Umgebung:

* Heizungs-, Lüftungs- oder Klimaanlagen (Kamingeräusche, Ventilatoren)
* industrielle Motoren (in der Nähe von Industrieanlagen)
* Fliessgeräusche von Trinkwasserleitungen
* Heugebläse
* Windräder
* Schwerverkehr oder Busse
* Eisenbahn
* Transformatorenstationen

Quelle: EMPA

ist, während andere Menschen diese Phänomene vielleicht gar nicht wahrnehmen», so Akustiker Neuhaus. Ein Trost: «Solche Phänomene sind messbar und lassen sich mit etwas Geduld zuordnen.»

Schallberuhigung, eine knifflige Angelegenheit

Mit dem Zuordnen ist den vom Brummton Betroffenen natürlich noch nicht wirklich geholfen. Leider erweist sich das Eindämmen von tieffrequentem Schall als anspruchsvolle Sache und erfordert in der Regel ausgewiesene Akustikexperten respektive fürs Thema sensibilisierte Handwerker. Was man über die Lösungswege im Groben wissen sollte:

Geräte und Maschinen lassen sich durch Beschweren oder bessere Lagerung «beruhigen», bei Wasserleitungen hilft Isolierung sowie Optimierung von Pumpen und Ventilen. Im einfachen Fall kann schon eine Veränderung der Betriebseinstellung, der Austausch eines defekten Geräts oder das Lösen einer starren Verbindung genügen, welche den Schall überträgen. Schwieriger wird es, wenn sich herausstellt, dass die Anlage, welche die Störung verursacht, nicht nach dem Stand der Technik geplant oder unvorteilhaft installiert wurde, so dass die komplette Anlage für eine Sanierung umgebaut werden müsste. In solchen Fällen sind Abklärungen technischer, finanzieller und juristischer Art erforderlich (Wer muss zahlen, muss der Anlageninhaber die Sanierung zulassen?).

Ist die Raumakustik ursächlich für den Brummton, kann eine Unterbrechung der Reflexionswege helfen oder eine Minderung der Resonanzwirkung des Umfeldes.

* Beispiel Einbaukühlschrank: Da der Hohlraum der Küchenkombi verstärkend wirken kann, hilft es womöglich, das Kühlgerät umzustellen.
* Beispiel Wohnraum: Möbel umstellen, zusätzliche Möbel platzieren oder gezielte geometrische Veränderung des Raums durch Fachpersonen vornehmen lassen.
* Beispiel mitschwingende Bauteile: Fenster- und Wandflächen mit Membranwirkung von Experten unterteilen, versteifen oder beschweren lassen; Schwingungsfähigkeit von Bauteilen wie z.B. Dachrinnen durch Beschwerung reduzieren.

Klar: Das alles ist mit Aufwand und vor allem mit Kosten verbunden und trifft wohl nicht selten auf Widerstände bei denjenigen, bei denen die Schallquellen lokalisiert werden. Die kantonalen Lärmschutzfachstellen sind zwar schon gut über den Stand der Forschung informiert, doch es fehlen noch griffige Werkzeuge, um sinnvoll vorzugehen. Bleibt zu hoffen, dass engagierte Wissenschaftler das Thema weiterhin kritisch unter die Lupe nehmen.

Diverse Messmethoden

Langzeit-Pegelmessungen: Vorteilhaft, da sie auch über Nacht laufen; durch die Darstellung sogenannter Terzbänder in einem Pegel-Zeit-Diagramm können z.B. Ein- und Ausschaltvorgänge oder Betriebsphasen von technischen Anlagen ermittelt und dargestellt werden.

Spektralanalyse (FFT): Dabei werden Audioaufzeichnungen in Bezug auf «auffällige» Frequenzen untersucht; Schwingungen können einander zugeordnet und gruppiert werden.

Spektral-Editing: Ein Spektrogramm macht zusätzlich die zeitliche Dimension von akustischen Ereignissen sichtbar; wertvoll ist die Möglichkeit, das Spektrum zu bearbeiten und so Geräusche freizulegen und isoliert anzuhören.

Den Leitfaden «Umgang mit leisen Störgeräuschen» des Kantons Aargau, der Hilfestellung beim Fahnden nach den Geräuschquellen bietet, kann man im Internet herunterladen: www.ag.ch/bvu.