

oek

ÄRZTINNEN
UND ÄRZTE FÜR
UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE
L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER
L'AMBIENTE



SKOP

3/22

Verkehrslärm

Das unterschätzte Gesundheitsrisiko



Mehr Schutz für die Ohren
Die EKLK empfiehlt strengere Lärmgrenzwerte



Green Radiology
Die Radiologie wird umweltfreundlicher

| | |
|--|----|
| Editorial | 3 |
| Trojan Horse Award – 5. Vergabe des AefU-Förderpreises Oliver F. Bischof, Awards Chair der ETH-Nanopartikelkonferenz | 4 |
| Umweltfreundlichere Medizin: Die Radiologie wird grün Prof. Dr. med. Hendrik vonTengg-Kobligk, DIPR, Inselspital Bern | 5 |
| Lärm – dieses Herz-Kreislauf-Risiko kommt selten allein Prof. Dr. med. Thomas Münzel, Universitätsmedizin Mainz (D) | 8 |
| Krankheits- und Todesfälle durch Verkehrslärm Prof. Dr. Martin Rösli, Swiss TPH, Allschwil BL | 12 |
| Neue Lärmgrenzwerte für die Schweiz Dr. Georg Thomann, Eidg. Kommission für Lärmbekämpfung (EKLb) | 15 |
| Menschen rund um Flugplätze besser schützen Priska Seiler Graf, Nationalrätin und Co-Präsidentin KLUG, Kloten ZH | 18 |
| Wenn «Leiser Lärm» den Schlaf raubt Rudolf Bütikofer, dipl. Akustiker SGA, Uster ZH | 21 |
| Bestellen: Terminkärtchen und Rezeptblätter | 23 |
| Die Letzte | 24 |

23. September 2022

Titelbild:
Stadtverkehr in Genf, ©iStock

Liebe Leserin

Lieber Leser

Wir können die Augen zusammenkneifen und den Mund zupressen. Könnten wir nur ab und zu auch die Ohren zuzurren – es würde so wunderbar still. Und täte dem Wohlbefinden und der physischen Gesundheit gut. Aber es gibt kein «Ohren zu und durch». Lärm – vor allem der allgegenwärtige Verkehrslärm – malträtiert den Körper noch stärker als bisher angenommen. Selbst jenen, dessen Mensch sich davon nicht beeindrucken lässt.

In diesem OEKOSKOP lesen Sie erste Beiträge der Referent:innen unserer AefU-Tagung 2022 zum Lärm als unterschätztes Gesundheitsrisiko (weitere folgen in der Dezember-Nummer). Kardiologe Thomas Münzel betont gleich zu Beginn die Verbindung zwischen Lärm und Luftverschmutzung. Die Fahrzeuge als grösste Lärmverursacher befrachten unser Hörorgan mit Dezibel (dB) und zugleich die Lunge mit Schadstoffen. Mindestens der Lärm des fossil betriebenen Verkehrs kommt also nicht allein (Beitrag S. 8).

Als raubte nicht schon der Verkehrslärm der Bevölkerung zu viele gesunde Lebensjahre. Gesundheitsrisikoabschätzungen benennen diesen Verlust in konkreten Zahlen. Damit lassen sich Kosten und Nutzen von Ruheschutzmassnahmen abwägen: reduzierter Lärm ist «gerettete» Lebenszeit (Beitrag Rössli, S. 12).

Lärm ist selbst dann ein Gesundheitsrisiko, wenn er die in der Schweiz geltenden Grenzwerte einhält. Das ist wissenschaftlich unbestritten und ruft die Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung (EKLB) auf den Plan. Es ist ihre stete Aufgabe zu prüfen, ob die Werte noch dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung entsprechen, wie es das Gesetz verlangt. Ihre Empfehlungen weichen dennoch von den strengeren WHO-Werten ab (Beitrag Thomann, S. 15). Lärmgeplagte Menschen hören sich von der Forschung bestätigt. Rund um die Flughäfen

und -plätze rügen sie seit Jahren, die Schweizer Grenzwerte würden den Lärm schützen und nicht die Bevölkerung. In der Koalition KLUG erhöhen sie den öffentlichen Druck für mehr Ruhe am Nachthimmel (Beitrag Seiler Graf, S. 18).

Im allgegenwärtigen Krach geht der «Leise Lärm» beinahe unter. Welch ein Luxus, könnte man denken, wenn ein leises Geräusch jemanden an ruhiger Wohnlage stört. Das ändert nichts daran, dass es ernsthaft an der Gesundheit der betroffenen Person nagt. Und Akustiker:innen auf Störquellensuche detektivisch fordert (Beitrag Bütikofer, S. 21).

Der Einstieg in dieses Heft macht ein Artikel über Umweltmassnahmen in der Radiologie (Beitrag von Tengg-Kobligk, S. 5). Wir verfolgen damit das Thema «Medikamente in der Umwelt» weiter (vgl. OEKOSKOP 2/22).

Allem voran aber stellen wir die fünfte Verleihung des «Trojan Horse Award» (Beitrag S. 4). Der AefU-Förderpreis belohnt wichtige Studien zu ultrafeinen Russpartikeln in der Atemluft. So schliesst sich der Kreis zum Lärm mit seinen – unseren – Luftschadstoffen im Schlepptau.



Stephanie Fuchs, leitende Redaktorin

PS: Lärm misst sich auf einer logarithmischen Dezibel-Skala. 10 dB weniger Lärm hört sich fürs menschliche Ohr an, als sei nur noch die halbe Verkehrsmenge unterwegs. Deshalb sind Ruheforderungen um einige Dezibel keine Erbsenzählerei, sondern dringliche Krankheitsprävention.



Verleihung des fünften Trojan Horse Award

– Förderpreis der AefU

Oliver F. Bischof,
Awards Chair der ETH-NPC

Das Trojanische Pferd brachte Unheil hinter die Stadtmauern. So ist es mit Russpartikeln, sie schleusen toxische Substanzen in unsere Zellen. Übertreffende Forschung dazu erhält den Trojan Horse Award.

An der 25. ETH Conference on Combustion Generated Nanoparticles 2022 (ETH-NPC, online)¹ wurde am 23. Juni 2022 der diesjährige Trojan Horse Award der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AefU) überreicht (vgl. Kasten).

Dieser Preis zeichnet jeweils eine herausragende Forschungsarbeit aus, die das wissenschaftliche Verständnis über die komplexen Vorgänge beim sogenannten «Trojanischen-Pferd»-Phänomen voranbringt. Darunter versteht die Wissenschaft die Transportmechanismen und (photo-)chemischen Veränderungen insbesondere von bei Verbrennungsprozessen erzeugten Russpartikeln in der Atmosphäre. Auf der Oberfläche dieser Russpartikel adsorbierte karzinogene Substanzen können über Translokation durch die Lunge in den menschlichen Organismus gelangen und



Anusmita Das erhielt den Trojan Horse Award 2022
zugesprochen. Herzliche Gratulation!

© zVg

Auswirkungen auf unsere Zellen und den gesamten Organismus haben.

Die Gewinnerin des Trojan Horse Award 2022 ist Anusmita Das mit ihrer Arbeit «Generation and characterization of ultra-fine soot particles with similar physical but varying chemical properties enabling differential toxicological assessment in human lung cells».²

Frau Das ist Doktorandin am Helmholtz Zentrum München (D). Sie befasst sich in ihrer Forschung damit, Russpartikel im Labor mit unterschiedlichen chemischen Substanzen zu belegen und diese per ALI-Exposition (Air-Liquid-Interface) auf menschliche Lungenzellen zu deponieren. Mit diesem neuen Ansatz lassen sich verschiedene Arbeitshypothesen experimentell überprüfen, um dem Trojanischen-Pferd-Phänomen näher auf die Spur zu kommen. Dabei zeigt sich beispielsweise, welche Adsorbate toxisch sind und via die Russpartikel in Zellen gelangen können und welche nicht.

Die Preisträgerin war sichtlich erfreut über die wertschätzende Auszeichnung. ■

¹ <https://www.nanoparticles.ch/>

² Abstract unter: https://www.ultrafeinpartikel.de/files/2022/06/ETH_Das.pdf

³ vgl. Fussnote 1

Trojan Horse Award, der AefU-Förderpreis seit 2017

Der «Trojan Horse Award» der Ärztinnen und Ärzten für Umweltschutz (AefU) wird als Förderpreis für besonders aufschlussreiche Studien zur Toxizität von Abgasen auf Zellebene verliehen. Ultrafeine Russpartikel (UFP) als Träger von Giftstoffen aus Verbrennungsprozessen dringen wie trojanische Pferde in den Organismus ein (vgl. Text oben). Daher der Name des Awards.

Seine Vergabe findet jeweils im Rahmen der «ETH Conference on Combustion Generated Nanoparticles»³ statt. Dieses Jahr schon zum fünften Mal (mit einer coronabedingten Pause 2020).

Das Preisgeld beträgt 2000 Franken und ist gestiftet von einem AefU-Mitglied aus Luzern. Nach seinem diesjährigen Besuch der Konferenz sagte er zu OEKOSKOP: «Ich bin sehr beeindruckt, wie sehr der multidisziplinäre Zugang zum Thema von

Jahr zu Jahr Fahrt aufnimmt und dass es immer klarer wird, wie klima- und gesundheitsrelevant dieser AefU-Schwerpunkt ist.»

Die AefU gratulieren der preisgekrönten Forscherin Anusmita Das sehr herzlich und danken ihr für den Beitrag an die so wichtige Umweltforschung.

https://www.nanoparticles.ch/2022_ETH-NPC-25_Trojan_horse_awards.html

Umweltfreundlichere Medizin: Die Radiologie wird grün

– Konzepte für mehr Nachhaltigkeit

Hendrik vonTengg-Kobligk,
Universitätsinstitut für Diagnostische,
Interventionelle und Pädiatrische
Radiologie (DIPR), Inselspital Bern

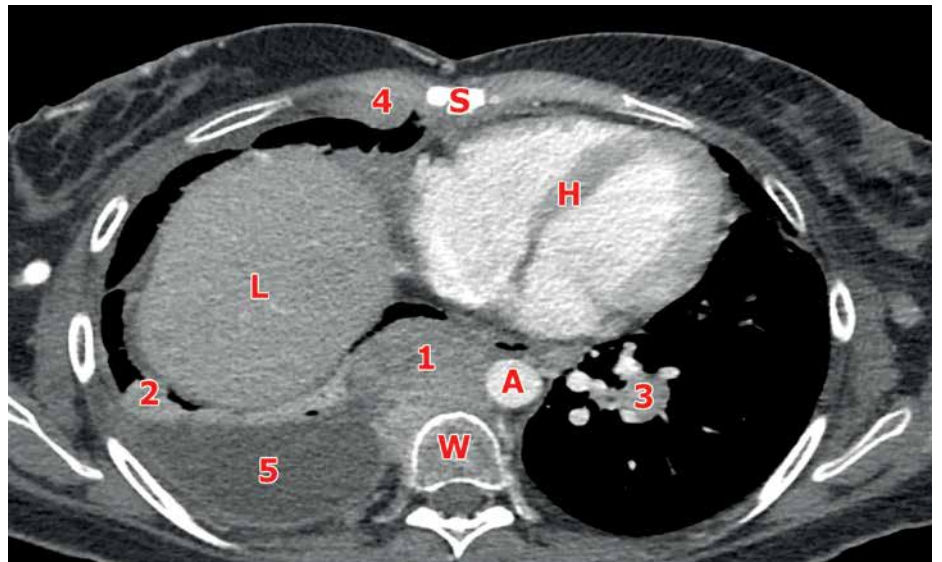
Gut überlegt eingesetzte Kontrastmittel, Strom sparen und Abfalloptimierung sind in der Radiologie die drei grossen Nachhaltigkeitsthemen: Herausforderungen auf dem Weg zu einer Green Radiology.

Die Sensibilität für eine stärkere Nachhaltigkeit ist auch in der Radiologie angekommen. Die grüne Radiologie ist zunehmend Thema auf Fachkongressen. Die ersten radiologischen Abteilungen in Europa beginnen Konzepte zu erarbeiten, um ihren ökologischen Fussabdruck zu verkleinern. So auch das Universitätsinstitut für Diagnostische, Interventionelle und Pädiatrische Radiologie (DIPR) am Inselspital Bern.

Was bedeutet «grüne Radiologie»?

Das primäre Ziel der Radiologie ist die diagnostische und interventionell therapeutische Qualität in der Patientenversorgung. Traditionellerweise wurde dabei der Schwerpunkt auf die Sicherheit und den Komfort der Patient:innen gelegt sowie auf die Kostenoptimierung. Wie in vielen anderen Bereichen kommt jetzt die ökologische Perspektive – also Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit als zentrale Werte – hinzu. Ziel einer grünen Radiologie ist der intelligente und umweltbewusste Umgang mit unseren Ressourcen. Die drei zentralen Gebiete, auf welche das DIRP den Fokus richtet sind der Einsatz von Kontrastmitteln sowie von Verbrauchsmaterialien und der Stromverbrauch.

Dieser Beitrag beschäftigt sich vor allem mit den Kontrastmitteln wie Gadolinium und Jod. Ihre Verwendung ist für die Bildgebung essenziell. Eine Gefässverletzung beispielsweise lässt sich durch die intravenöse Gabe eines Kontrastmittels vom Radiologen während der computertomographischen Bildaufnahmen innerhalb von Sekunden erkennen. Eine diagnostizierte



Ansicht (von unten nach oben) einer axialen Einzelschicht des Brustkorbs mittels Computertomographie mit Kontrastmittel. Bösartiger Tumor im fortgeschrittenen Stadium vor Therapiebeginn. Metastasenbildung (1) in Nachbarschaft von Aorta (A) und Wirbelkörper (W), weitere in der rechten und linkenLunge (2, 3) und in der Thoraxwand (4) neben dem Sternum (S). H = Herz, L = Leber. 5 = Flüssigkeit im Pleuraspalt, vermutlich mit Tumorzellen angereichert.

Blutung kann so innert kürzester Zeit durch eine gezielte Intervention oder Operation gestillt und dem Patienten das Leben gerettet werden. Die Radiologie ist zudem auch im Dauereinsatz für die Beurteilung von Therapieeffekten. Etwa wenn es darum geht zu entscheiden, ob sich die Tumorperfusion und -größe oder eine Entzündung unter Therapie verändert oder nicht.

Ressourcenschutz und Umwelteffekte durch Kontrastmittel

Das injizierte Kontrastmittel, das für einen kurzen Moment den Blutkreislauf und die Gewebepfusion sichtbar macht, wird im Anschluss über den Patientenurin wieder

ausgeschieden. Zum einen ist nicht genügend erforscht, welche Effekte Kontrastmittel bewirken, wenn sie über das Abwasser in die Natur gelangen. Zum anderen handelt es sich dabei um wertvolle Ressourcen, die so verloren gehen. Gadolinium, das in der Magnetresonanztomographie zum Einsatz kommt, gehört zu den sogenannten Seltenen Erden.¹ Es ist also in jeder Hinsicht sinnvoll, mit dieser Ressource sorgsam umzugehen. Deshalb sind Initiativen zu begrüßen, welche Kontrastmittelreste in den

¹ «3 million francs' worth of gold and silver going to waste», Medienmitteilung der Eawag vom 10.10.2017. <https://www.admin.ch/gov/en/start/documentation/media-releases.msg-id-68349.html>

Darreichungsgefässen zurückgewinnen, wie es das DIPR am Inselspitals bereits umsetzt.

Bei der Herstellung von Gadolinium und Jod wird das zentrale Element in grossen Molekülen chemisch gebunden. Dies, um das Kontrastmittel in den Körperflüssigkeiten löslich sowie ausscheidbar und damit besser verträglich zu gestalten. Eine wichtige Frage ist, ob und wie diese Moleküle in der Umwelt stabil bleiben. Auch die Abwasserreinigungsanlagen (ARAs) müssen dabei das Kontrastmittelmolekül im Blick haben, wenn das Wasser beispielsweise desinfiziert wird. Bisher gibt es keine konkreten Belege, dass es durch die verwendeten radiologischen Kontrastmittel bei Tieren oder Pflanzen zu pathologischen Schäden gekommen ist.² Die Abwasserfilterung wird mit Blick darauf dennoch laufend verbessert.

Lässt sich die Menge der Kontrastmittel reduzieren?

Zusammen mit der Medizinindustrie forscht und entwickelt die Radiologie weltweit kontinuierlich am optimalen Einsatz von Kontrastmitteln für die Diagnostik. So wird die Kontrastmitteldosis für jede Fragestellung separat angepasst, nach dem Motto: so viel wie nötig, so wenig wie möglich. Derzeit befinden sich zudem neue Kontrastmittel in klinischen Zulassungsprüfungen. Sie sind potenter als die derzeit verfügbaren. Sie liefern bei gleicher Dosis mehr Bildqualität bzw. sie ermöglichen es, die Dosis für gleiche Qualität signifikant zu reduzieren.

Es gibt auch erste Studien, die Möglichkeiten aufzeigen, wie mit nativer Bildgebung – also ohne Kontrastmittel – und unter Einsatz künstlicher Intelligenz der Einsatz von

Kontrastmittel eingespart werden könnte.³ Dieses Verfahren steckt jedoch noch in den Kinderschuhen und ist in der Zukunft wohl nicht für alle Indikationen anwendbar. Die Mikrozirkulation beispielsweise, also der Fluss des Blutes in feinen Kapillaren, lässt sich ohne Kontrastmittel nicht in der notwendigen Geschwindigkeit und Qualität der Bildaufnahme darstellen oder quantifizieren. Für eine exzellente Diagnostik im Sinne der Patient:innen lassen sich Kontrastmittel zurzeit für eine Vielzahl von Fragestellungen leider nicht vermeiden.

Rückgewinnung ausgeschiedener Kontrastmittel

Die Nachbardiziplin Nuklearmedizin setzt beispielsweise für Therapie und Diagnostik radioaktive Tracer ein, die mit dem Urin nicht direkt ins Abwasser gelangen. Der Patientenurin mit bestimmten Tracer wird in gesonderten Toiletten gesammelt, gelagert und nach einer Sicherheitsmessung entsorgt. Solche Massnahmen könnte die Radiologie für ihre Belange überprüfen. Für Patient:innen, die nach der radiologischen Diagnostik nach Hause gehen, liessen sich die Kontrastmittelmoleküle theoretisch auch aus dem Urin filtern. Eine Pilotstudie hat gezeigt, dass dies technisch machbar ist.⁴ Ob es jedoch praktikabel ist und von den Patient:innen akzeptiert würde, ist eine andere Frage. Auch muss man sich fragen, ob dieser Weg wirtschaftlich sinnvoll ist.

Reduzierter Energieverbrauch

Die Radiologie arbeitet mit Grossgeräten wie Magnetresonanztomographen und Computertomographen, die sehr viel Energie ver-



brauchen. Computertomographen, Ultraschallgeräte und auch Röntgengeräte lassen sich relativ schnell hochfahren. Deshalb könnten sie nachts oder über das Wochenende ausgeschaltet werden, sofern sie nicht ununterbrochen für Notfälle zur Verfügung stehen müssen.

Die meisten Magnetresonanztomographen (MRT) hingegen müssen permanent laufen, da der Aufwand, sie betriebsbereit zu machen, sehr hoch und zeitintensiv ist. Ein Neustart kann bis zu zwei Wochen dauern, um sie wieder adäquat für den Betrieb vorzubereiten. Auch die notwendige Kühlung mittels flüssigem Helium lässt sich bei den meisten MRT nicht ohne weiteres

² Brünjes R, Hofmann T. Anthropogenic gadolinium in freshwater and drinking water systems. *Water Res.* 2020 Sep 1;182:115966. doi: 10.1016/j.watres.2020.115966.

³ Wen Li et al. Virtual Contrast-Enhanced Magnetic Resonance Images Synthesis for Patients With Nasopharyngeal Carcinoma Using Multimodality-Guided Synergistic Neural Network. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2022 Mar 15;112(4):1033-1044. doi: 10.1016/j.ijrobp.2021.11.007

⁴ Niederste-Hollenberg J et al. Reducing the emission of X-Ray Contrast Agents to the Environment: Decentralized Collection of Urine Bags and Its Acceptance. *Gaia* 2018;27:147-155. doi: 10.14512/gaia.27.1.10

⁵ <https://www.inselgruppe.ch/de/die-insel-gruppe/nachhaltigkeit/klima-und-energie>; oder in allgemeinerer Form: https://www.inselgruppe.ch/fileadmin/Insel_Gruppe/Bilder/Nachhaltigkeit/170153_Leitbild_Fachstelle-Nachhaltigkeit_Flyer_148mm_screen.pdf



MRT-Untersuchung. Die Sicherheit der Patient:innen bleibt das oberste Ziel. Inzwischen kümmert sich aber auch die Radiologie vermehrt um den Ressourcen- und Umweltschutz.

© depositphotos/Vitalik Radko

gezeigt, dass sich Stromverbrauch und damit -kosten erheblich reduzieren lassen, wenn die Computer bei Nichtbenutzung schneller automatisch in den Standby-Modus schalten. Eine wirkungsvolle Änderung im Verhalten der Mitarbeiter herbeizuführen kann manchmal anspruchsvoller sein als ein solcher Automatismus.

Weniger Abfall in der Radiologie

In den letzten Jahrzehnten hat die Medizin immer mehr Einwegprodukte in Einsatz genommen. Dies zum einen aus Gründen der Patientensicherheit, zum anderen aufgrund der Effizienz. Die Krankenhausprozesse sollen möglichst keine Zeit mit Dingen wie Materialreinigung oder -sortierung verlieren. Dennoch will das Radiologie-Institut des Inselspitals analysieren, ob in manchen Bereichen Mehrwegprodukte einsetzbar sind. Die Patientenbekleidung für die MRT-Untersuchungen, die aus Sicherheitsgründen während der Untersuchung getragen werden muss, kann entweder von einer Wäscherei wiederaufbereitet und abermals verwendet oder als recyclebare Einmalkleidung angeboten werden. Für den Einsatz in der interventionellen Radiologie gibt es wiederverwendbare Kits, die natürlich sterilisiert werden müssten.

ausschalten. Inzwischen gibt es einen Anbieter für Geräte, die ohne Helium auskommen, es ist also noch ein Nischenprodukt. Auch Niedrigfeld-MRT mit einer Magnetfeldstärke von z.B. 0,5 Tesla brauchen keine aufwendige Helium-Kühlung. Diese Geräte können abends oder über das Wochenende abgeschaltet werden. Die Niedrigfeld-MRT ist aber nur für ein kleines Gebiet der Radiologie einsetzbar. Hingegen besteht ein gewisses Energieeinsparungspotenzial bei den Befundcomputern und Bildschirmen. In der Radiologie des Inselspitals macht daher ein Mitarbeiter regelmässig die Runde, um nicht benutzte Computer am Abend abzuschalten. Untersuchungen haben auch

Grundsätzlich gilt es, den Energieverbrauch und den Einsatz von Wasch- oder Desinfektionsmitteln gegen das Wegwerfen und Recyclen abzuwägen. Deshalb wird immer häufiger versucht – wenn sinnvoll und möglich – die Wiederverwendung vorzuziehen. Darüber hinaus muss auch die Industrie in die Verantwortung genommen werden und Einwegprodukte nach dem Einsatz zurücknehmen. Viele Geräte können heutzutage gar nicht mehr repariert werden, weil es nicht vorgesehen ist, sie zu öffnen oder keine Ersatzteile erhältlich sind. Ist eine vermehrte Reparatur gewollt, müsste die Politik entsprechende Regulierungen vorgeben, um der Nachhaltigkeit mehr Gewicht zu verleihen. Aktuell wird der Schwer-

punkt auf die Vermeidung von CO₂-Emissionen gelegt, aber die Kreislaufwirtschaft ist mindestens genauso wichtig.

Wie lässt sich das Personal ins Boot holen?

Diese Nachhaltigkeitsmassnahmen könnten für Mitarbeitende eine zusätzliche Bürde sein. Ein Teil des Personals ist dennoch durchaus positiv gestimmt, sich an dieser neuen und zeitgemässen Aufgabe zu beteiligen. Das wirkt sich sogar positiv auf die Arbeitsatmosphäre aus. Darüber hinaus haben sich am DIPR Pilotprojekte bewährt, die eine neue Massnahme zunächst mit einer kleinen Mitarbeitergruppe testen, um Erfahrungen zu sammeln. Diese Projekte binden die Mitarbeitenden ein und Strategien lassen sich so besser adaptieren und optimieren. Das funktioniert sehr gut. Denn nicht alles kann mit allen Mitarbeitenden im Detail abgestimmt werden. Leadership heisst, neue Konzepte innovativ zu entwickeln und einzuführen. Leadership heisst aber auch, mit gutem Beispiel voranzugehen. Wer vom Personal erwartet, Gläser und Tassen statt Einwegbecher zu benutzen, sollte selbst nicht mit dem Plastikbecher durch die Abteilung gehen.

Das Engagement am DIRP orientiert sich an den übergeordneten Nachhaltigkeitszielen der Insel Gruppe, die sich u.a. in deren Klimazielen wiederfinden.⁵

Prof. Dr. med. Hendrik von Tengg-Kobligk ist Radiologe am Universitätsinstitut für Diagnostische, Interventionelle und Pädiatrische Radiologie (DIPR) am Inselspital Bern. Als Chefarzt für diagnostische Radiologie und stellvertretender Institutsdirektor widmet er sich auch den Innen- und Aussenbeziehungen für die Planung und Durchführung von Nachhaltigkeitsmassnahmen.

hendrik.vontengg@insel.ch
www.radiologie.insel.ch

Lärm – dieses massiv unterschätzte Herz-Kreislauf-Risiko kommt selten allein

Thomas Münzel, Zentrum für Kardiologie der Universitätsmedizin Mainz (D)

Chronische Leiden haben heute einen erheblichen Anteil an der globalen Krankheitslast. Verkehrslärm und in seinem Schlepptau die Luftverschmutzung sind entscheidende Auslöser dafür.

Umweltstressoren wie Verkehrslärm und Luftverschmutzung werden mehr und mehr für die Entstehung chronischer Krankheiten wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen verbunden mit einer erhöhten Morbidität und Mortalität verantwortlich gemacht [1–3].¹

Durch Verkehrslärm induzierte Erkrankungen verursachen allein in Westeuropa einen Verlust von jährlich 1.6 Millionen um Beeinträchtigungen bereinigte Lebensjahre (Disability Adjusted Life Years DALY, vgl. Beitrag Rössli, S. 12). Ca. 113 Millionen Europäer:innen sind in Städten über 55 Dezibel (dB) nur aufgrund des Strassenlärms ausgesetzt und damit einem Lärmpegel, der mit dem vermehrten Auftreten von Herz-Kreislauf-Erkrankungen verbunden ist. Die European Environment Agency (EEA) berichtet von 900 000 neuen Fällen von Bluthochdruck und 43 000 Krankenhauseinweisungen pro Jahr. 6.5 Millionen Menschen leiden unter schweren Schlafstörungen und 22 Millionen fühlen sich lärmbelästigt.

Lärm in Kombination mit Luftverschmutzung

Ähnliches gilt für die Luftverschmutzung. Die kürzlich publizierte Studie «Global Burden of Disease» (GBD) weist nach, dass Feinstaubpartikel der Aussenluft (PM 2.5, Partikel mit Durchmesser unter 2.5 Mikrometer

μm) der fünfthwertigste globale Risikofaktor darstellt und 2015 für 4.2 Millionen Euro Gesundheitskosten verantwortlich war. Dabei nehmen die kardiovaskulären Todesfälle stetig an Bedeutung zu [4]. 2015 wurden sie mit 2.43 Millionen Euro beziffert [5].

Untersuchungen belegen, dass die sozialen Kosten von Lärm und Luftverschmutzung – einschliesslich Tod und Krankheit – in der EU jährlich fast 1 Billion Euro betragen könnten. Zum Vergleich: Die sozialen Kosten des Alkohols werden auf 50 bis 120 Milliarden Euro und die des Rauchens auf 544 Milliarden Euro geschätzt. In Deutschland werden die Todesfälle durch Luftverschmutzung interessanterweise zu 45% durch die Landwirtschaft und zu 20% durch die Verkehrsabgase verursacht [6].²

Definitionen von Lärm und Luftverschmutzung

Lärm ist definiert als störend empfundener Schall und besitzt eine objektive, (physikalisch) quantifizierbare Dimension, ausgedrückt in Schalldruckpegeln bzw. Dezibel (Abbildung 1) und eine subjektive (psychologische) Dimension, die durch die individuelle Bewertung der Schallquelle bestimmt wird [8]. Lärm verursacht Schäden durch direkte, auditive Wirkungen wie dem Hörverlust bei extrem lauten Geräuschen über 95 dB oder indirekt durch Belästigungsreaktionen (Annoyances) z. B. bei Störung der Nachtruhe, der Konzentration und Kommunikation. Der Einfluss von Lärm auf physiologische Funktionen und psychologische Prozesse hängt von seinen Eigenschaften, seiner Intensität und Art ab. Lärmbelästigung entsteht in den meisten

städtischen Umgebungen durch den Auto-, Eisenbahn- und Flugverkehr, kann aber auch von Lautsprechern, Sirenen, Autohupen und der Industrie stammen. Lärmpegel über 55 dB (Lautstärke einer Unterhaltung) erhöhen gemäss einer Definition der WHO das Risiko für eine kardiovaskuläre Erkrankung deutlich, in erster Linie indem sie eine Belästigungsreaktion auslösen (Abbildung 1).

Luftverschmutzung resultiert aus der komplexen Interaktion von mehreren Schadstoffen und deren chemischen Reaktionen. Sie enthält dadurch Tausende von Komponenten. Gesundheitsrelevant sind besonders die gasförmigen Schadstoffe wie Ozon (O_3), Stickstoffdioxid (NO_2), flüchtige organische Verbindungen (einschliesslich Benzol), Kohlenmonoxid (CO), Schwefel- und Kohlendioxid (SO_2 und CO_2) sowie die Feinstaubpartikel, die sich in Grösse und Zusammensetzung unterscheiden (Abbildung 1). Verbrennungspartikel enthalten ultrafeine Partikel (PM 0.1), und zeigen eine deutlich erhöhte kardiovaskuläre Toxizität, weil diese die Lunge penetrieren können und damit in die Blutbahn gelangen [9]. Sie werden von Gefässen und auch Plaques aufgenommen und können dort den atherosklerotischen Prozess initiieren bzw. aufrechterhalten.

Epidemiologische Evidenz

Die aussagekräftigsten aktuellen Studien liegen zu den beiden Stressoren Verkehrslärm und Luftverschmutzung im Bereich der Herz-Kreislauf-Erkrankungen vor (koronare Herzerkrankung, Schlaganfall, Herzinsuffizienz, Herzrhythmusstörungen und Bluthochdruck). Es konnte nachgewiesen

¹ Referenzen unter www.aefu.ch/oekoskop/muenzel_referenzen

² Dies ist ein Hinweis, dass der durch Überdüngung entstehende Feinstaub besonders toxisch ist, bedingt durch hohe Konzentrationen an Übergangsmetallen, reaktiven Aldehyden, Endotoxinen, Nitrit und Nitrat [7].

³ The WHO hat 2021 ihre Grenzwertempfehlung für PM 2.5 von 10 auf $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ gesenkt. Damit liegt der entsprechende Grenzwert nun in weltweit über 95% der Länder über dieser Limite. In der EU liegt er für PM 2.5 bei $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ und damit fünfmal über der WHO-Leitlinie.

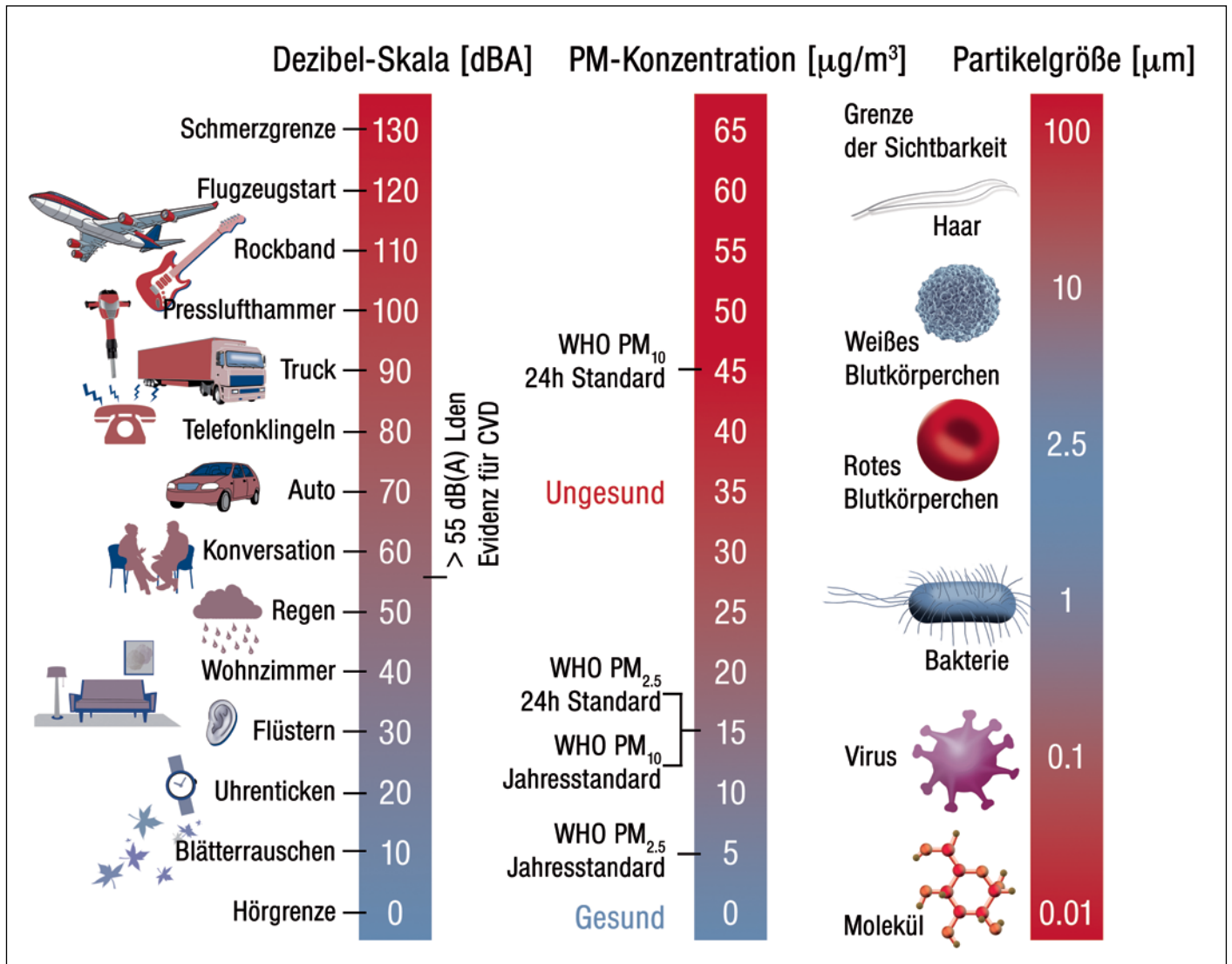


Abbildung 1: Lärm- und Luftverschmutzungsleitlinien basierend auf den Leitlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO).³ Modifiziert entnommen aus [30].

L_{den} entspricht dem über 24 Stunden gemittelten Schallpegel LA_{eq} mit einer 5dB-Strafe für den Abend (normalerweise 18–22 Uhr oder 19–23 Uhr) und einer 10dB-Strafe für die Nacht (normalerweise 22–6 Uhr oder 23–7 Uhr). Die Strafen werden eingeführt, um die besondere Lärmempfindlichkeit der Menschen in den Abend- und Nachtstunden zu berücksichtigen. In Bezug auf langfristige gesundheitliche Auswirkungen werden diese Metriken normalerweise als durchschnittliche jährliche Expositionsindikatoren berechnet. PM_{2.5} = Feinstaub <2.5 μm ; PM₁₀ = Feinstaub <10 μm .

werden, dass Verkehrslärm zu einer signifikanten Zunahme koronarer Herzkrankungen führt [10,11]. Diese Zunahme blieb auch bei Kontrolle der Luftverschmutzung (meistens NO_x bzw. NO_2) und nach Ausschluss von Studien ohne Angaben zum Rauchverhalten bestehen. Weitere Kohortenstudien mit umfassender Kontrolle für Luftverschmutzung, sozioökonomischen Status und Lebensstilfaktoren zeigten einen signifikanten Zusammenhang zwischen Strassenverkehrslärm und dem Auftreten koronarer Herzkrankungen bzw. Herzinfarkt [12,13]. Dabei erhöht Strassenverkehrslärm pro 10 dBL_{den} das Risiko einer inzidenten koronaren Herzkrankung um 8% und das Risiko für

die Entwicklung eines Schlaganfalls um 14% [14]. Eine weitere gross angelegte Studie unter 3.6 Millionen Anwohnenden rund um den Flughafen London Heathrow zeigte, dass Fluglärm tagsüber (7–23 Uhr) und in den Nachtstunden (23–7 Uhr) dosisabhängig mit zunehmender Hospitalisierung wegen Schlaganfall assoziiert war, wobei ein höheres Hospitalisierungsrisiko bei Fluglärm nachts als am Tag bestand [15]. Die NORAH-Studie (Noise-Related Annoyance, Cognition and Health) zeigte anhand von 1 026 658 Bewohner:innen des Rhein-Main-Gebietes, dass Verkehrslärm mit einem erhöhten Risiko für Herzinsuffizienz oder hypertensiver Herzkrankheit (stärkste

Risikoerhöhung von 3,1% für Schienenlärm pro Zunahme von 10 dB) sowie Herzinfarkt (stärkste Risikoerhöhung von 2,8% für Strassenverkehrslärm pro Zunahme von 10 dB) einhergeht [16,17].

In Bezug auf die Luftverschmutzung liefert die Literatur überzeugende Hinweise, dass insbesondere der Feinstaub aus dem Verkehr zu einer deutlichen Steigerung der kardiovaskulären Gesamtmortalität führt. Ein Anstieg von 10 Milligramm PM 2.5 pro Kubikmeter Luft (mg/m^3) ist mit einer Zunahme von 6% der Gesamtmortalität und einem Anstieg um 11% der kardiovaskulären Mortalität assoziiert. Die meisten Luftschadstoffe (PM 2.5, NO_2 , CO und SO_2) mit Aus

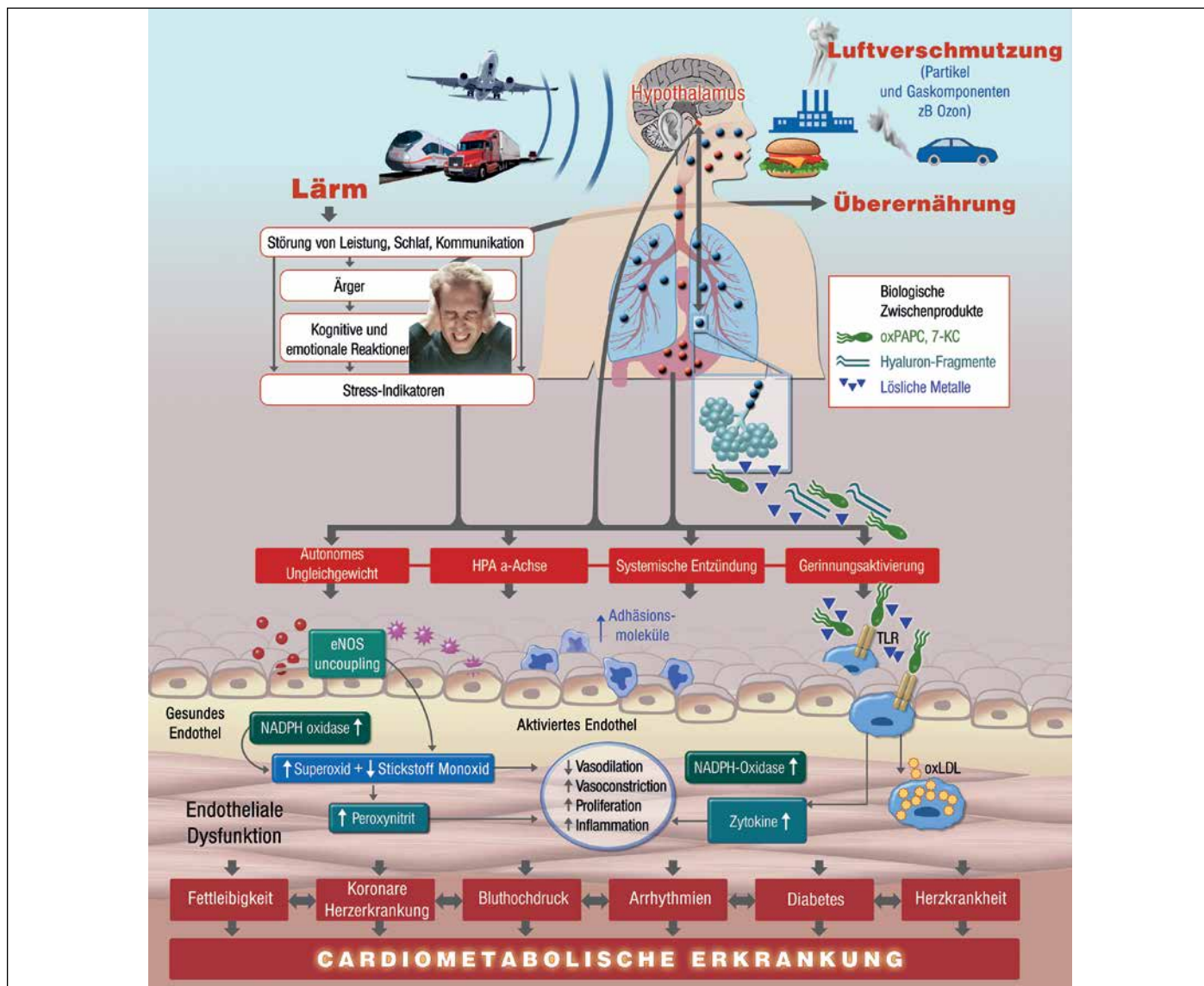


Abbildung 2: Vorgeschlagene pathophysiologische Mechanismen von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, die durch Luftverschmutzung und Umgebungslärm verursacht werden. Modifiziert entnommen aus [31]. ox-PAPC = oxidativ modifiziertes 1-Palmitoyl-2-arachidonoyl-sn-phosphatidylcholin; 7-KC = 7-Ketocholesterin.

nahme von O₃ sind mit einer kurzfristigen Zunahme des Risikos (1–5%) für einen akuten Myokardinfarkt assoziiert. Eine kurzfristige Exposition gegenüber Strassenverkehr wurde als Trigger für ein akutes Koronarsyndrom nachgewiesen [18]. Feinstaub führt ebenfalls zu einer vermehrten Ausprägung von kardiovaskulären Risikofaktoren wie Bluthochdruck und Diabetes mellitus Typ 2. Das relative Risiko für Diabetes steigt pro 10 mg/m³ PM2.5 um 39% an. Eine erhöhte Inzidenz von Insulinresistenzen und Adipositas bei Kindern, die auf eine mögliche zukünftige Entwicklung von Diabetes hindeuten, wurde ebenfalls nachgewiesen.

Wie schädigen Lärm und Luftverschmutzung die Gefässe?

Die Stressreaktion auf Lärm ist charakterisiert durch erhöhte Sympathikusaktivität bzw. Stresshormonspiegel bei Adrenalin und Kortison [19]. Sie kann innerhalb sehr kurzer Zeit zu Gefässfunktionsstörungen führen (endotheliale Dysfunktion, gemessen durch flussabhängige Dilatation). So konnten wir in zwei Feldstudien (sie fanden zu Hause bei den Probanden statt) mit simuliertem Nachtfluglärm nachweisen, dass 30–60 Überflüge pro Nacht mit maximalen Schallpegeln von 60 dB und mittleren Schallpegeln von 43 bzw. 46 dB dosisabhängig bei gesunden Probanden zu einer endothelialen Dysfunktion führte. Diese konnte durch die Akutgabe von Vitamin C (2 oral) korrigiert

werden, was für einen erhöhten oxidativen Stress in der Gefässwand spricht.

Eine anschliessende Studie bei Patienten mit bekannter koronarer Herzerkrankung ergab, dass Nachtfluglärm (60 Überflüge pro Nacht) zu einer deutlich stärkeren Beeinträchtigung der Gefässfunktion führte sowie zu Bluthochdruck und einer deutlichen Verschlechterung der Schlafqualität. Interessanterweise ergab sich keine Korrelation zwischen dem Ausmass der Ärgerreaktion auf den Lärm (Annoyance) und der Verschlechterung der Gefässfunktion. Die Gefässfunktion verschlechtert sich scheinbar unabhängig davon, ob man sich über den Nachtfluglärm ärgert oder nicht [20]. Dazu passt, was im Rahmen der HYENA-Studie nachgewiesen werden konnte: Überflüge

⁴ Die Genetik lädt die Waffe, aber die Umwelt drückt den Abzug.

in der Nacht führen zu systolischen und diastolischen Blutdrucksteigerungen in der Höhe von 6 bis 8 mm Hg, ohne dass diese mit einer Aufwachreaktion gekoppelt sein müssen [21].

Tierexperimentelle Lärmwirkungsmodelle zeigten kurz zusammengefasst, dass schon 12 Stunden Nachtfluglärm einen ausgeprägten Endothelschaden auslösen können [22, 23], den oxidativen Stress in den Gefässen und interessanterweise auch im Gehirn erhöhen, den Blutdruck und die Stresshormonspiegel erhöhen und die Genregulation in den Gefässen nachhaltig negativ beeinflussen. Folgen sind ein erhöhter Gefässtonus, Störung des Gefässremodelings und vermehrter Zelltod [22, 23]. Ein Knockout der phagozytären NADPH-Oxidase (NOX2) verhindert diese negativen Auswirkungen nahezu komplett, d. h. wir sahen keine Blutdruckstigerungen mehr, keine Anstiege der Stresshormonspiegel, keine endotheliale Dysfunktion und keinen erhöhten oxidativen Stress in den Gefässen. Interessanterweise wurde als Folge von Fluglärmexposition auch ein Herunterregulieren des Gens FOXO3 festgestellt, das für den Schlaf-Wach-Rhythmus eine wichtige Rolle spielt. Wurde FOXO3 durch den Ca^{2+} -Antagonisten Bepridil medikamentös aktiviert, verhinderte das nahezu komplett Gehirn- und Gefässschäden [22].

Kürzlich stellten Osborne et al. eine «zerebrale» Verbindung zwischen Lärmreizen, Gefässentzündungen und unerwünschten kardiovaskulären Ereignissen her [24]. Sie zeigten, dass Transportlärm mit einer erhöhten Amygdala-Aktivität verbunden ist (ein Teil des limbischen Systems, das an der Stresswahrnehmung und -kontrolle beteiligt ist) und zu mehr vaskulären Entzündungen und schwerwiegenden kardiovaskulären Ereignissen (MACE) führt [24]. Eine Hazard Ratio von 1.341 wurde pro 5 dB Anstieg der Lärmexposition gefunden, die robust gegenüber üblichen multivariablen Anpassungen blieb. So konnten

die Autoren in einer nachfolgenden Studie elegant zeigen, dass eine höhere Stressresilienz mit einer geringeren Amygdala-Aktivierung sowie vaskulären Entzündungen und kardiovaskulärem MACE verbunden ist – einschliesslich kardiovaskulärem Tod, Myokardinfarkt, Herzinsuffizienz sowie koronarer und peripherer Revaskularisierung [25].

Betreffend Auswirkungen der Luftverschmutzung (vor allem Feinstaub) auf die Gefässe stammen die meisten Untersuchungen von den Arbeitsgruppen um David Newby, Robert Brook bzw. Sanjay Rajagopalan. Brook und Mitarbeiter zeigten, dass hohe Konzentrationen an Feinstaub zu einer Konstriktion von arteriellen Leitungsgefässen führt. Vermutlich wegen einer verminderten NO-Bioverfügbarkeit der Gefässe durch erhöhten oxidativen Stress [26]. Nachfolgeuntersuchungen zeigten, dass inhalierte Dieselabgase die Bradykinin-induzierte und damit NO-abhängige Gefässerweiterung am Unterarm abschwächt [27]. Gleiches zeigte sich für den Endothel-abhängigen Vasodilatator Acetylcholin und auch für Nitroprussid Natrium, nicht aber für den Endothel-unabhängigen Vasodilatator Verapamil [27]. Möglicherweise wird also durch Dieselabgase der oxidative Stress in den Gefässen erhöht. Dieselabgase bewirkten auch eine vermehrte Ischämie bei Patienten mit koronarer Herzerkrankung [28]. Feinstaubfilter waren in der Lage, die Entwicklung eines Gefässschadens zu verhindern [29].

Additiv negative Effekte von Lärm und Feinstaub?

Man muss festhalten, dass noch ein grosser Forschungsbedarf besteht, inwieweit sich die Auswirkungen von Lärm und Feinstaub gegenseitig verstärken. Die bisher publizierten Studien sind in ihrer Botschaft nicht einheitlich und es gibt kaum Untersuchungen aus dem experimentellen Bereich über die Auswirkungen einer Ko-Expositionen

gegenüber Lärm und Ultrafeinstaub auf das Herz-Kreislauf-System bzw. das Gehirn. Zumindest weisen die aktuellen Untersuchungen darauf hin, dass sowohl beim durch Feinstaub wie durch Lärm induzierten Gefässschaden der oxidative Stress eine wichtige Rolle spielt und dem Enzym NOX₂ wohl eine Schlüsselrolle zukommt (Abbildung 2).

Klassische Gesundheitsrisikofaktoren weisen ähnliche Pathomechanismen auf wie umweltbedingte. Deshalb können Menschen mit bestehenden klassischen Risikofaktoren oder Krankheiten (wie Diabetes oder Bluthochdruck) zusätzliche Gesundheitsbeeinträchtigungen erleiden, wenn sie Umweltrisikofaktoren ausgesetzt sind. Die Erforschung des zusätzlichen Gesundheitsrisikos durch die Ko-Exposition gegenüber Lärm und Luftverschmutzung wird ein Forschungsschwerpunkt der Zukunft sein.

Die Bedeutung von Umweltstressoren im Vergleich zur genetischen Disposition bei der Entstehung von Erkrankungen wird am besten durch dieses Zitat beschrieben: «Genetics loads the gun but the environment pulls the trigger».⁴

Referenzen

Die Literaturnachweise finden sich online: www.aefu.ch/oekoskop/muenzel_referenzen

Prof. Dr. med. Thomas Münzel ist seit 2004 Direktor des Zentrums für Kardiologie der Universitätsmedizin Mainz, Johannes Gutenberg Universität. Ausgebildet als vaskulärer Biologe beschäftigt er sich seit 10 Jahren mit den Themen Umweltrisikofaktoren wie Lärm und Feinstaub und der Auswirkungen der Umweltstressoren auf die kardiovaskuläre Gesundheit.

tmuenzel@uni-mainz.de

www.unimedizin-mainz.de/kardiologie

Wie viele Krankheits- und Todesfälle verursacht Verkehrslärm?

Martin Rööfli, Schweizerisches Tropen- und Public Health-Institut (Swiss TPH), Allschwil BL

Mit Gesundheitsrisikoabschätzungen lässt sich konkret die Anzahl lärmbedingter Krankheitsfälle abschätzen.

Solche Zahlen sind wichtig, um Kosten und Nutzen von Ruheschutzmassnahmen zu evaluieren.

In den letzten Jahren haben eine Vielzahl von Befragungen, Humanexperimenten im Labor und epidemiologischen Studien gezeigt, dass übermässiger Lärm nicht nur stört, sondern auch die Gesundheit beeinträchtigen kann. Deshalb hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) 2018 nach einer umfassenden systematischen Literaturanalyse ihre Richtlinien zum Umgebungslärm für die Europäische Region angepasst [1].¹ Für den gewichteten 24-Stunden-Richtwert (L_{den}) schlägt die WHO für Strassen-, Bahn- und Fluglärm Werte zwischen 45 und 54 Dezibel (dB) vor (Tabelle 1) und für die Nacht Werte zwischen 40 und 45 dB. Diese Richtwerte sind damit rund 10–15 dB tiefer als die gegenwärtigen Immissionsgrenzwerte für Wohngebiete (Empfindlichkeitsstufe 2) in der Schweiz, bzw. 15–20 dB tiefer als die Grenzwerte in Mischzonen (Empfindlichkeitsstufe 3) [2]. In der Schweiz sind

über eine Million Einwohner (ca. 12.5% der Bevölkerung) durch Lärm oberhalb dieser Immissionsgrenzwerte belastet [3]. Insgesamt fühlen sich sogar 31% der Schweizer Bevölkerung tagsüber zuhause durch Verkehrslärm gestört, Tendenz steigend. Dies zeigt, dass sich auch unterhalb der Schweizer Grenzwerte ein erheblicher Teil der Bevölkerung von Lärm betroffen fühlt.

Wie funktioniert die Gesundheitsrisikoabschätzung?

Es ist gar nicht so einfach, durch übermässigen Lärm verursachte Krankheitsfälle zu quantifizieren. Bei der Diagnose von chronischen Erkrankungen kann im Einzelfall die Ursache grösstenteils nicht bestimmt werden und entsprechend finden sich keine Informationen dazu in den medizinischen Unterlagen. Zudem handelt es sich typischerweise um ein multifaktorielles Krankheitsgeschehen. Zum Ausbruch einer Krankheit tragen mehrere Faktoren gleichzeitig bei.

Es ist also unklar, bei wie vielen der rund 20000 jährlichen Herz-Kreislauf-Todesfällen in der Schweiz Lärm eine Rolle spielt, obwohl epidemiologische Studien einen entsprechenden Zusammenhang statistisch nachgewiesen haben. Um den Anteil lärmbedingter Fälle zu quantifizieren, braucht es deshalb Gesundheitsrisikoabschätzungen, auch Gesundheitsfolgenabschätzungen genannt. Die Abschätzung basiert auf drei Kenngrössen: 1. Wie stark ist die Bevölkerung dem Lärm ausgesetzt? 2. Wie stark steigt das Gesundheitsrisiko gemäss epidemiologischen Studien mit zunehmendem Lärm an? 3. Wie verbreitet ist das untersuchte Gesundheitsproblem in der Bevölkerung?

Daraus lassen sich die sogenannten attributablen Krankheits- und Todesfälle berechnen, also die Anzahl Fälle, welche durch Lärm (mit-)verursacht sind. In einem weiteren Schritt lassen sich dann auch die durch vorzeitigen Tod verlorenen Lebensjahre (Years of Life Lost, YLL) inklusive die durch Krankheit und Behinderung verlorenen gesunden Lebensjahre (Disability Adjusted Life Years, DALY) herleiten.

Lärmbedingte Herz-Kreislauf-Todesfälle in der Schweiz

Exemplarisch ist im Folgenden aufgezeigt, wie eine einfache Gesundheitsfolgenabschätzung durchgeführt werden kann und wie die Kenngrössen dafür einflüssen (Tabelle 2). Epidemiologische Grundlage ist die kürzlich erschienene schweizweite Studie, welche den Zusammenhang zwischen der Herz-Kreislauf-Sterblichkeit und der Verkehrslärmexposition untersucht hat [4]. Sie zeigte nach Berücksichtigung einer Viel-

¹ Referenzen unter www.aefu.ch/oekoskop/roosli_referenzen

| | WHO Richtlinien | | Empfindlichkeitsstufe 2 (Wohngebiete) | |
|--------------|-----------------------|---------------|---------------------------------------|--|
| | $L_{den}^{(1)}$ in dB | L Nacht in dB | $L_r^{(2)}$ Tag in dB | L_r Nacht in dB |
| Strassenlärm | 53 | 45 | 60 | 55 |
| Bahnlärm | 54 | 44 | 65 ³⁾ | 58 |
| Fluglärm | 45 | 40 | 60 | 22–23 Uhr: 55 23–24 Uhr: 50 00–05 Uhr: Flugverbot 05–06 Uhr: 55 |

Tabelle 1: Vergleich WHO-Richtlinien für Umgebungslärm und Schweizer Immissionsgrenzwerte für die Empfindlichkeitsstufe 2 (adaptiert von [2]). ¹⁾ Der Tag-Abend-Nacht-Lärmindex L_{den} bezieht sich auf 24 Stunden mit 5 dB Zuschlag für den Abendzeitraum (19–23 bzw. 18–22 Uhr) und von 10 dB für den Nachtzeitraum (23–7 bzw. 22–6 Uhr). Je nach diurnaler Verteilung der Verkehrsmenge liegt der L_{den} rund 1.5 dB (Strassen- und Fluglärm) bis 6 dB (Bahnlärm) über dem 24-Stunden Lärmpegel (L_{eq}). ²⁾ Im Beurteilungspegel L_r sind neben dem durchschnittlichen Lärmpegel auch Pegelkorrekturen berücksichtigt, was den beurteilten Lärm «wirkungsgerechter» abbildet.

³⁾ = Ohne Berücksichtigung des Schienenbonus (vgl. Beitrag Thomann S. 16, Fussnote 4).



Sowohl der Lärm wie auch der Lärmschutz verursachen massive Kosten, die nicht die Verursachenden, sondern die Allgemeinheit bezahlt. Einhausung der Autobahn bei Schwamendingen ZH (Visualisierung, im Bau).

© ASTRA/einhausung.ch

zu weiteren Gesundheitsfolgen wie Diabetes und psychischer Gesundheit, in diesen Schätzungen noch nicht berücksichtigt sind. Daher handelt es sich bei diesen Angaben mit grosser Wahrscheinlichkeit um eine Unterschätzung der tatsächlichen Gesundheitsfolgen von Lärm.

Für die Schweiz kommt die EEA zum Schluss, dass Lärm rund 26 000 DALYs verursacht [6]. Davon sind 19 500 DALYs dem Strassenlärm anzulasten, 5000 DALYs dem Bahnlärm und 1500 DALYs dem Fluglärm. Diese Zahlen liegen etwas tiefer als in einer früheren Schätzung, welche 46 400 DALYs für Strassen-, Bahn- und Fluglärm ergab [7].

Lärmbedingte Externe Kosten von Lärm

Krankheits- und Todesfälle bedeuten auch Kosten, welche nicht vom Verursacher, sondern von der Allgemeinheit zu tragen sind. Diese sogenannten externen Kosten des Verkehrs werden in der Schweiz jährlich quantifiziert und auf insgesamt 13.9 Milliarden Schweizer Franken beziffert. Dabei gehört Lärm neben Luftschadstoffen und Klimaauswirkungen zu den drei grössten Kostentreibern. Der Verkehrslärm verursacht jährlich 2.83 Mia. Franken externe Kosten, wobei der Strassenverkehr mit 2.3 Mia. Franken für den Grossteil davon verantwortlich ist (Bahn: 436 Millionen Franken, Luftverkehr: 117 Mio.). Rund 55% der Lärmkosten sind durch Herz-Kreislauf-Erkrankungen und entsprechende frühzeitige Todesfälle verursacht. Lärmbelästigung inklusive lärmbedingte Schlafpro

zahl von Kofaktoren, dass das Herz-Kreislauf-Sterberisiko pro 10 dB Zunahme des Strassenlärms um 2.9% (95% Vertrauensintervall: 2.4–3.4%) ansteigt. Für Bahn- und Fluglärm wurde eine Zunahme von 1.3% (1.0–1.7%) und 0.3% (-0.4–1.0%) beobachtet.

Für die Gesundheitsfolgenabschätzung wird im Einklang mit epidemiologischen Studienresultaten eine Wirkungsschwelle von 45 dB (L_{den}) angenommen. Beim Strassenlärm sind 87% der Schweizer Bevölkerung mindestens diesem Lärmpegel ausgesetzt (Tabelle 2). Beim Bahn- (30%) und Fluglärm (16%) sind es deutlich weniger. Da die epidemiologischen Studien eine ungefähre lineare Zunahme des Risikos indizieren, kann für die Berechnung die mittlere Exposition der Lärmexponierten herangezogen werden. Die attributable Fraktion resultiert aus der Multiplikation der folgenden drei Grössen: Anteil exponierter Personen (P_{ex}), mittlere Lärmexposition minus Wirkungsschwelle (Delta-Lärm) und das Zusatzrisiko pro 10 dB (ERR_{10dB}). Damit ergeben sich jährlich rund 630 lärmbedingte Herz-Kreislauf-Todesfälle (Tabelle 2). Der grösste Teil ist auf den Strassenlärm zurückzuführen. Diese Zahl wird interpretiert als Todesfälle, die ohne Lärm nicht aufgetreten

wären, auch wenn Lärm nicht die einzige Ursache darstellt.

Lärmbedingte verlorene Lebensjahre

Nach dem gleichen Prinzip hat die europäische Umweltagentur (EEA) die Lärmfolgen quantifiziert [5]. Sie kommt zum Schluss, dass mindestens 20% der Bevölkerung in der EU schädlichem Lärm ausgesetzt sind. Der Lärm verursacht in Europa 21.7 Millionen DALYs durch starke Lärmbelästigung, 6.5 Millionen DALYs durch starke Schlafprobleme und jährlich 48 000 neue ischämische Herzerkrankungen, darunter 12 000 Todesfälle. Zusätzlich verursacht Fluglärm 12 400 DALYs durch kognitive Beeinträchtigungen bei Kindern. Die EEA gibt zudem zu bedenken, dass neueste Studienergebnisse, z. B.

| | Strassenlärm | Bahnlärm | Fluglärm |
|--|--------------|-----------|----------|
| Bevölkerungsanteil ≥ 45 dB (P_{ex}) | 87% | 30% | 16% |
| Mittlere Exposition (L_{den}) oberhalb des Schwellenwertes | 56 dB | 54 dB | 51 dB |
| Zusatzrisiko (ERR) pro 10 dB gemäss [4] | 2.90% | 1.30% | 0.30% |
| Attributable Fraktion (AF) | | | |
| $AF = ERR_{10dB} \cdot P_{ex} \cdot \Delta L_{dB} / 10dB$ | 2.77% | 0.36% | 0.03% |
| Lärmbedingte Todesfälle | 555 | 73 | 6 |

Tabelle 2: Herleitung der attributablen Herz-Kreislauf-Todesfälle verursacht durch Lärm.

bleme macht den Rest aus. Diese Störwirkungen ökonomisch zu bewerten ist methodisch eine Herausforderung. Deshalb wird die Wertverminderung von lärmelasteten Wohnungen als Bezugsgrösse herangezogen. Es zeigt sich, dass pro 5 dB Zunahme der Lärmbelastung die Mietzinseinnahmen um 1% sinken.² Damit ergibt sich eine empirisch bestimmte durchschnittliche Zahlungsbereitschaft für das Vermeiden von Lärmbelastigung am Wohnort.

Lärmbedingte Gesundheitsfolgenabschätzungen

Gesundheitsfolgenabschätzungen dienen auch für die Evaluation von Massnahmen zur Lärminderung, da deren Wirkung häufig gar nicht oder nur mit grossem Aufwand direkt erhoben werden kann. So wurde am Beispiel der Stadt Lausanne berechnet, wie sich eine innerstädtische Temporeduktion auf die Gesundheit auswirkt [8]. Die Studie kam zu dem Schluss, dass eine stadtweite Einführung von Tempo 30 (ausgenommen National- und Kantonsstrassen) jährlich zwei kardiovaskuläre Todesfälle, 153 Spitaltage und 36 Diabeteserkrankungen verhindern könnte. Zusätzlich reduziert sich die Anzahl stark lärmelastigter Personen um 2600 und die Anzahl Personen mit starken



Schlafproblemen um 2000. Interessanterweise sind diese Auswirkungen grösser als der zusätzliche Nutzen der erhöhten Verkehrssicherheit durch die reduzierte Geschwindigkeit: Tempo 30 auf allen Nebenverkehrsstrassen würde 8 Schwerverletzte und 38 Leichtverletzte verhindern.

Mit Gesundheitsfolgenabschätzungen können somit geschätzte Gesundheitskosten mit den Kosten von Präventionsmassnahmen verglichen werden. Auf dieser Basis

Weniger Tempo ist mehr Lärmschutz bei einem Bruchteil der Kosten von baulichen Massnahmen.

© Kanton Basel-Stadt, www.bs.ch/bilddatenbank

lassen sich bei der Prävention entsprechende Prioritäten setzen. Die EU hat verschiedene Massnahmen zur Lärmreduktion in Bezug auf ihren Kosten-Nutzen-Score evaluiert [9]. Als besonders günstig erwiesen sich lärmarme Strassenbeläge, lärmarme Bremsen bei der Bahn und ruheoptimierte Raumplanung (Tabelle 3), also generell Massnahmen an der Quelle. Lärmreduktionen um wenige Dezibel mögen dabei auf den ersten Blick marginal erscheinen. Da Lärm aber auf einer logarithmischen Skala gemessen wird, entspricht beispielsweise eine Reduktion um 3 dB bereits dem Effekt einer Halbierung der Verkehrsmenge; 10 dB weniger ist bereits äquivalent zu einer 10-mal geringeren Verkehrsmenge. Wie aus Tabelle 3 ersichtlich, liessen sich mit der Kombination von verschiedenen Ruheschutzmassnahmen die Lärmbelastung und damit die Krankheitslast in der Bevölkerung sowie die externen Kosten erheblich reduzieren. Eine weitere effiziente Umwelt- und Lärmschutzmassnahme ist ein geringeres Fahrzeuggewicht. Damit wird der Treibstoffverbrauch und das Abrollgeräusch reduziert.

Referenzen

Die Literaturnachweise finden sich online: www.aefu.ch/oekoskop/roosli_referenzen

² Unterschiede aufgrund anderer Faktoren wie Wohnungsgrösse, ÖV-Erschliessung etc. sind dabei bereits berücksichtigt.

| Ruheschutzmassnahme | Lärmreduktion in Dezibel (dB) | Kosten-Nutzen-Score Skala 1-5 |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Verkehrslenkung | 1-4 | 3 |
| Lärmschutzwände | 3-20 | 2 |
| Lärmarme Bremsen bei der Bahn | 8-10 | 4 |
| Gebäudeschalldämmung | 5-10 | 1 |
| Ruheoptimiertes Gebäudedesign | 2-15 | 3 |
| Lärmarmen Fahrstil | 5-7 | 3 |
| Lärmarme Strassenbeläge | 3-7 | 5 |
| Lärmarme Pneus | 3-4 | 3 |
| Ruheoptimierte Raumplanung | unklar | 4 |
| Elektrische Fahrzeuge | 1 | 1 |

Tabelle 3: Kosten-Nutzen-Evaluation von verschiedenen Ruheschutzmassnahmen (adaptiert von [9]).

Dr. Martin Rösli ist Professor für Umweltepidemiologie und leitet seit 2009 die Einheit Umwelt und Gesundheit am Schweizerischen Tropen- und Public Health-Institut (Swiss TPH) in Allschwil BL. Er forscht zu Gesundheitseffekten durch verschiedenste Umweltfaktoren und leitete u.a. die interdisziplinäre SiRENE-Studie zu den kurz- und langfristigen Auswirkungen von Verkehrslärm. Martin Rösli ist Mitglied in der Eidgenössischen Kommission für Lärmbekämpfung EKLb.
Martin.roosli@swisstph.ch
www.swisstph.ch

Neue Lärmgrenzwerte für die Schweiz

Georg Thomann, Eidgenössische
Kommission für Lärmbekämpfung (EKLK)

Die aktuellen Immissionsgrenzwerte für Verkehrslärm schützen die Bevölkerung ungenügend. Das hält die beratende Fachkommission zuhanden des Bundesrates fest. Sie empfiehlt grösstenteils tiefere Werte.

Das heutige Konzept der Schweiz zum Schutz der Bevölkerung vor Lärm wurde in den 1980er-Jahren im Umweltschutzgesetz (USG) festgelegt und nachfolgend in der Lärmschutz-Verordnung (LSV) konkretisiert. Die wissenschaftlichen Grundlagen der aktuell geltenden Immissionsgrenzwerte (IGW) für Verkehrslärm (Strassen-, Eisenbahn- und Fluglärm) müssen heute als veraltet angesehen werden. Deshalb legte die Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung (EKLK, vgl. Kasten) in ihrem letzten Dezember publizierten Bericht Empfehlungen für eine entsprechende Anpassung vor.¹

Die ersten Überlegungen der EKLK für eine solche umfassende Überprüfung und allfällige Anpassung der IGW gehen schon ins vorletzte Jahrzehnt zurück. Auch in den letzten Jahren wurden die aktuell (noch) gültigen Grenzwerte verschiedentlich infrage gestellt, z.B. durch das Bundesgericht. Nun hat die EKLK die mehrere Jahre dauernden Arbeiten abgeschlossen und ihren



Der Lärm überschreitet oft die gesetzlichen Grenzwerte, die ausserdem zu hoch angesetzt sind.

Bericht mit neuen Grenzwertvorschlägen im Dezember 2021 dem Bundesrat übergeben. Dieser Beitrag wirft einen Blick auf die Methoden der Grenzwertfindung und auf andere Inhalte des Berichts.

Vorgehen der Kommission

In einer ersten Phase ihrer Arbeit stellte die Kommission die rechtlichen Grundlagen zusammen, sichtete und bewertete die im

Bereich der Lärm-Epidemiologie und Belästigungsforschung relevante wissenschaftliche Literatur. Danach wurde ein systematisches, schrittweises Vorgehen festgelegt, wie ausgehend von wissenschaftlichen Grundlagen mittels sogenannten Expositions-Wirkungsbeziehungen Lärmgrenzwerte bestimmt werden können. Die Grenzwertsetzung in der Vergangenheit stützte sich (fast) ausschliesslich auf Studien zur Belästigung und gegebenenfalls auf Annahmen über den Zusammenhang zwischen Maximalpegeln und Aufwachwahrscheinlichkeit. Im Gegensatz dazu berücksichtigte die EKLK in dieser Überprüfung und den daraus resultierenden aktuellen Vorschlägen auch die epidemiologische Literatur über somatisch-medizinische Wirkungen des Lärms. Dies entsprach zum einen dem Wunsch der Kommission, «objektive» Daten für die Grenzwertfestlegung zu nutzen. Zum anderen

EKLK, die «Hüterin der Lärmbekämpfung»

Die Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung (EKLK) ist eine ausserparlamentarische Fachkommission und gewissermassen das «Kompetenznetzwerk» des Bundes für die Lärmbekämpfung in der Schweiz.²

Die Kommission hat die Aufgabe, den Bundesrat und das Bundesamt für Umwelt (BAFU) auf dem Gebiet der Lärm- und Erschütterungsbekämpfung unter Einbezug von Wissenschaft, Forschung, Vollzug und

Verwaltung zu beraten. Eine der Kernaufgaben der EKLK besteht darin sicherzustellen, dass der Bundesrat die Belastungsgrenzwerte in der LSV so festlegen kann, dass nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung Immissionen unterhalb dieser Werte die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich stören (Vorgabe von Art. 15 USG). Die EKLK hat also die ständige Aufgabe, die Grundlagen der Lärmgrenzwerte gemäss Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung zu überprüfen.

¹ <https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/69479.pdf>

² <https://www.eklk.admin.ch/de/eidgenoessische-kommission-fuer-laermbekaempfung-eklb>

unterstrich sie mit diesem Vorgehen auch den Willen, die Bedeutung von manifesten, im klassischen Sinne krankmachenden Wirkungen des Lärms anzuerkennen, denen bisher – meist mangels ausreichender empirischer Grundlagen – wenig Beachtung geschenkt wurde. Die Lärmwirkungsforschung erlebte aber ab dem Jahr 2000 einen regelrechten Boom. Eine grosse Fülle qualitativ hochwertiger epidemiologischer Studien, unter anderem Kohortenstudien zu kardiometabolischen Morbiditäts- und Mortalitätsrisiken durch Lärm, ist seither erschienen. Die schweizweit seit etwa 2014 durchgeführte SiRENE-Studie³ ist nur eine davon.

Für somatisch-medizinische Wirkungen, insbesondere die vorgenannten kardiometabolischen Wirkungen (Ischämische Herzkrankheit, kardiovaskuläre Mortalität und Diabetes) und für selbstberichtete Wirkungen (Belästigung und Lärm-induzierte Schlafstörungen) wurden pro Lärmart zunächst separate Grenzwerte aus den jeweiligen Expositions-Wirkungsbeziehungen abgeleitet. Der jeweils niedrigere Wert wurde als generischer Grenzwert übernommen. Das erfüllte die Forderung von Art. 74 der Bundesverfassung (BV), wonach nicht nur «lästige», sondern auch «schädliche» Einwirkungen zu begrenzen sind: Setzt eine Schädigung vor der Lästigkeit ein, so muss sich ein Grenzwert an dieser Schwelle orientieren und umgekehrt.

Mehrheitlich strengere Grenzwerte für Verkehrslärm

Aufgrund der neuen Empfehlungen sollen gemäss EKLb je nach Lärmart und Zeitperiode inskünftig IGW gelten, welche zwischen 0 dB und etwa 6 dB strenger sind

als die bisherigen. Zu beachten ist, dass ein Anstieg oder eine Abnahme des Pegels um 10 dB ungefähr eine Verdoppelung respektive Halbierung der wahrgenommenen Lautstärke bedeutet. Im Überblick ergibt das folgende Veränderungen:

- Beim Strassenlärm bleibt der IGW tagsüber etwa gleich. In der Nachtperiode wird der IGW um etwa 3 dB strenger.
- Beim Eisenbahnlärm empfiehlt die EKLb, sowohl die Tag- (um 6 dB) als auch die Nachtperiode (um 2 dB) strenger zu beurteilen.
- Der Fluglärm soll gemäss Empfehlung ebenfalls sowohl am Tag als auch in der Nacht strenger beurteilt werden als bisher. Tagsüber um 6 dB strenger, nachts um 3 dB in der ersten sowie je 1 dB in der zweiten und dritten Nachtstunde. Zudem sollen von 6 bis 7 Uhr neue Grenzwerte gelten.

Wesentliche Auslöser für diese Verschärfungen sind vor allem die aktualisierten wissenschaftlichen Grundlagen, welche immer präziser und in niedrigere Pegelbereiche hinein Expositions-Wirkungszusammenhänge beschreiben. Auch der Wegfall von sogenannten Pegelkorrekturen bei geringen Verkehrszahlen sowie der Wegfall des sogenannten «Schienenbonus»⁴ beim Eisenbahnlärm sind hier als Gründe zu nennen. Beim Fluglärm gehen die Verschärfungen prinzipiell auf die nachweislich seit vielen Jahren bzw. Jahrzehnten zunehmende Belästigung durch diese Lärmart zurück: Die Menschen tendieren offenbar dazu, sensibler auf Fluglärmbelastungen zu reagieren, die ehemals toleriert wurden. Dies ist insbesondere deshalb bemerkenswert, weil die durchschnittliche Fluglärmbelastung rund um Flughäfen in den letzten Dekaden durch Fortschritte bei der Lärmbekämpfung an der Quelle (v.a. leisere Triebwerke) insgesamt deutlich abgenommen hat. Auch beim Eisenbahnlärm ist ein solcher Trend zu stärkerer Belästigung beobachtbar, wenn auch nicht so ausgeprägt wie beim Fluglärm.

³ <http://sirene-studie.ch/>

⁴ Der Lärm von regelmässig vorbeifahrenden Zügen wird nicht als gleich lästig empfunden wie gleich lauter Strassenlärm. Die Lärmschutz-Verordnung berücksichtigt dies mit einem «Bonus», Zugverkehr darf lauter sein. Dies ist umstritten, v.a. hinsichtlich der heute hohen Auslastung des Schienennetzes.



«Verlärmt» Schlaf betrifft gerade auch Kinder und Jugendliche mit hohem Schlafbedarf. Das kann folgenreich sein, indem es ihre Konzentrations- und damit Lernfähigkeit beeinträchtigt.

© iStock

Weitere Anpassungsvorschläge

Nebst den Grenzwerten beschäftigte sich die EKLB in ihrem Bericht auch mit verschiedenen anderen Regelungsaspekten der Lärmbeurteilung gemäss LSV. Unter anderem schlägt die Kommission bezugnehmend auf die veränderten Schlafgewohnheiten der Bevölkerung eine Verlängerung der Beurteilungszeit in der Nacht vor. Sie soll statt heute acht neu neun Stunden dauern. Auch eine Anpassung am Konzept der «Empfindlichkeitsstufen» schlägt die EKLB vor. Heute kommen je nach Zonennutzung abgestufte (also unterschiedliche) Grenzwerte zum Tragen. Die Empfindlichkeit gegenüber Lärm richtet sich jedoch nicht danach, ob man in einer reinen Wohnzone oder in einer innerstädtischen Mischzone lebt. Es gibt also keine empirische Grundlage für die Abstufung. Deshalb empfiehlt die Kommission eine Gleichsetzung der IGW in den Empfindlichkeitsstufen 2 (Wohnzonen) und 3 (Mischzonen mit Wohnungen und Gewerbe). Dadurch ergibt sich für Mischzonen bei allen Lärmarten eine generelle Verschärfung um 5 dB gegenüber dem aktuellen Zustand.

Unterschied zu WHO-Empfehlungen

Die neuen Grenzwerte würden, falls sie in der LSV tatsächlich gemäss den Vorschlägen der EKLB umgesetzt werden, für die lärmgeplagte Bevölkerung einen klaren Gewinn bringen. Die von der WHO 2018 empfohlenen Lärmgrenzwerte (vgl. Beitrag Rösli, S. 12) sind allerdings immer noch deutlich strenger als die Empfehlungen der EKLB. Dieser Umstand lässt sich anhand der unterschiedlichen Zielsetzungen erklären, nach denen sich die jeweiligen Empfehlungen richten. Die WHO-Empfehlungen legen die Schwelle fest, ab welcher gesichert gesundheitliche Effekte auftreten. Sie markieren aber nicht notwendigerweise die Schwelle, bei welcher solche Effekte als «erheblich» oder «inakzeptabel» gelten. Die WHO-Grenzwerte können somit als generelle

Empfehlungen (recommendations) für eher langfristige Policy-Ziele betrachtet werden. Ähnlich der «Vision Zero» im Bereich der Prävention von Strassenverkehrstoten, wo das erklärte Ziel ist, gar keine Verkehrstoten mehr in Kauf zu nehmen. Demgegenüber steht das Ziel von USG und LSV, dass Grenzwerte vor «erheblichen» Störungen des Wohlbefindens schützen sollen. Sie können daher höher angesetzt werden als die von der WHO vorgeschlagenen Grenzwerte.

Ein Vergleich des von der EKLB vorgeschlagenen Grenzwertschemas bzw. der empfohlenen Grenzwerte mit den aktuellen Regelungen in anderen europäischen Ländern ist schwierig. Denn Beurteilungsmasse, Zeitbezüge und v.a. die aus einer Überschreitung von Grenzwerten resultierenden Rechtsfolgen sind in den verschiedenen Ländern sehr unterschiedlich.

Die neuen Empfehlungen der EKLB sollen dazu beitragen, das verfassungsmässig vorgegebenes Ziel zum Schutz der Bevölkerung vor Lärm zu erreichen. Heute ist eine sehr hohe Zahl von Menschen schädlichem oder lästigem Lärm ausgesetzt. Angesichts dessen legt die Kommission grössten Wert darauf, dass die laufenden Anstrengungen zur Begrenzung des Lärms weitergeführt und wo möglich verstärkt werden, auch wenn noch keine neuen Grenzwerte in Kraft sind. ■

Dr. Georg Thomann ist Umweltingenieur ETH und Akustiker SGA. Er leitet seit 2009 die Abteilung technischer und betrieblicher Umweltschutz im Amt für Natur und Umwelt des Kantons Graubünden. Georg Thomann ist seit 2012 Mitglied der Eidgenössischen Kommission für Lärmbekämpfung (EKLB), die er 2016 bis 2020 präsidierte. In diese Zeit fiel die Erarbeitung der aktuellen Empfehlungen zu den Grenzwerten für Verkehrslärm.

info@eklb.admin.ch
www.eklb.admin.ch

Wir müssen die Menschen rund um Flugplätze besser schützen

Priska Seiler Graf, Nationalrätin und
Co-Präsidentin Koalition Luftverkehr,
Umwelt und Gesundheit (KLUG¹),
Kloten ZH

Die Wissenschaft weiss es längst: Fluglärm macht krank. Es besteht unbestrittener Handlungsbedarf. Die nationale Koalition Luftverkehr, Umwelt und Gesundheit KLUG fordert mehr Nachtruhe am Himmel.

Seit meiner Kindheit wohne ich in Kloten. Der Flughafen Zürich hat mein Leben stets mitgeprägt, im normalen Alltag als auch politisch. Seit über 20 Jahren beschäftige ich mich aktiv mit den negativen Folgen des Luftverkehrs. In den Anfangszeiten war es vorwiegend der unerträgliche Lärm, welcher zahlreiche Bürgerorganisationen entstehen liess, die sich für den Erhalt ihrer Lebensqualität einsetzten. In den letzten Jahren standen eher die klimaschädlichen Auswirkungen des Flugverkehrs im Vordergrund. Eine Entwicklung, die der Lärmproblematik durchaus auch zu Gute kommt.

Flughafenpolitik hat mich politisiert und nie losgelassen, weder als Stadträtin von Kloten noch als Kantonsrätin in Zürich. Dabei habe ich gelernt, dass der Zielkonflikt zwischen Verdichtung und Wachstum versus Lebensqualität der Bevölkerung nicht ganz einfach zu bewältigen ist. Gemäss kantonalen Vorgaben sind die urbanen Wohnlandschaften im Kanton Zürich aufgefordert, 80% des Bevölkerungswachstums aufzunehmen. In Kloten macht dies raumplanerisch vor allem im Zentrum und entlang von ÖV-Achsen Sinn, diese Gebiete sind aber oft auch mit Fluglärm belastet. Man versucht diesen Spagat mit baulichen Schallschutzmassnahmen und einer Sonderregelung zugunsten des Lärms in den Nachtrandstunden zu bewältigen, das ist aber eher nur Symptombekämpfung. Flughafenpolitik ist

grösstenteils Bundespolitik. Vieles wird auf nationaler Ebene entschieden und festgelegt, wie zum Beispiel die Lärmschutzverordnung (LSV) oder die raumplanerischen Rahmenbedingungen. Nach meiner Wahl in den Nationalrat sah ich es darum als logische Konsequenz, mich auch auf Bundesebene diesem Thema zu widmen.

Koordiniert gegen Fluglärm

Im September 2016 war ich ein überzeugtes Gründungsmitglied der Koalition Luftverkehr, Umwelt und Gesundheit KLUG.² Sie entstand auf Initiative des damaligen Nationalrats Thomas Hardegger, ehemaliger Gemeindepräsident von Rümlang ZH und Präsident des Schutzverbandes der Bevölkerung um den Flughafen Zürich. Eine Analyse der Situation der einzelnen Bürgerorganisationen und Vereine, die sich rund um Flughäfen und -plätze gegen die schädlichen Emissionen des Luftverkehrs wehren, brachte nämlich Ernüchterndes zutage: Zwar gibt es schon lange etliche kleinere und grössere Bürgerorganisationen rund um Landesflughäfen, Militärflugplätze und Flugfeldern. Sie tauschten sich in der Vergangenheit aber kaum aus und vernetzten sich nicht. So blieben ihre Anliegen und Kräfte oft verzettelt. Die gemeinsamen Interessen konnten so nicht mit genügend Nachdruck und Effizienz verfolgt werden.

Dieser unbefriedigende Umstand wollte KLUG von Grund auf ändern. Ganz trivial ist es zwar nicht, gemeinsame Ziele zu formulieren, die sowohl für Anwohnende von Landesflughäfen oder auch kleineren Flugfeldern, wie auch für die Bevölkerung rund um Militärflugplätze gelten. Wir haben es

aber geschafft und uns auf folgende Ziele der Koalition geeinigt:

- Alle durch den Luftverkehr verursachten Emissionen wie Treibhausgase, Luftschadstoffe und Lärm müssen reduziert werden.
- Reduktion auch der indirekten Emissionen (wie Zunahme des Strassenverkehrs, wenn der Flughafen Zürich sein Shopping-Center weiter ausbaut).
- Bekämpfung aller negativen Auswirkungen auf Gesundheit, Umwelt, Wirtschaft und Raumplanung.
- Die Koalition bündelt die gemeinsamen Interessen aller in diesem Bereich tätigen Gruppierungen und agiert primär auf nationaler Ebene (für die lokale Ebene sind die Mitgliedsorganisationen zuständig).
- Die Koalition betreibt Interessensvertretung, informiert und führt Kampagnen durch und ist parteipolitisch neutral.

Zurzeit hat KLUG 29 Mitgliedsorganisationen, die Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AefU) ist eine davon.

Es braucht längere Nachtruhe

Dass Fluglärm krank macht, ist wissenschaftlich längst bewiesen. Die neusten Studien kommen zum Schluss, dass bereits ein Lärmpegel unterhalb der aktuellen Lärmgrenzwerte die Gesundheit der Bevölkerung schädigt. Diese Werte werden nachweislich gerade auch in der Umgebung von Flughäfen und Flugplätzen regelmässig überschritten. Eine Studie unter der Leitung des Swiss Tropical and Public Health Institute (Swiss TPH) hat zudem aufgezeigt, dass akuter nächtlicher Fluglärm innerhalb von

¹ Französisch CESAR, italienisch COTAS

² <https://www.klug-cesar.ch/>

³ Saucy A, Schäffer B, Tangermann L, Vienneau D, Wunderli JM, Röösli M. Does nighttime aircraft noise trigger mortality? A case-crossover study on 24 886 cardiovascular deaths. *European Heart Journal* (2020).

⁴ Verspätete Flüge dürfen noch bis 23.30 Uhr landen.



zwei Stunden ab der Lärmbelastung sogar einen Herz-Kreislauf-Tod auslösen kann.³ Der Handlungsbedarf ist also offensichtlich.

Als Anwohnerin der Anflugschneise auf den Flughafen Zürich weiss ich sehr gut, wie belastend Fluglärm sein kann. Es ist ein lautes Geräusch, das sehr schnell stark anschwillt, und dies in einer unangenehmen Frequenz. Dieser dröhnende Lärm wirkt bedrohlich und ist sehr störend. Am schlimmsten sind Flugbewegungen am frühen Morgen, also in die Stille der Nacht. Diese Lärmereignisse werden dann als viel störender empfunden als dieselbe Flugbewegung an einem geschäftigen Nachmittag. Die Triebwerke wurden im Laufe der Jahre zwar immer leiser, dieser lärmtechnisch positive Effekt wurde aber durch zunehmende Flugbewegungen wieder zunichte gemacht. Das wichtigste Anliegen der Anwohner:innen ist daher eine möglichst ausgedehnte Nachtruhe. Am Flughafen Zürich beträgt sie bloss 7 Stunden, von 23 bis 6 Uhr, mit einer halben Stunde Verspätungsabbau.⁴ Dies ist sogar im Flughafengesetz so festgehalten. Trotzdem wird diese Nachtflugsperrung durch zahlreiche Ausnahmegenehmigungen immer wieder verletzt und aufgeweicht.

Der Fluglärm kommt in «Spitzen»

Dagegen wehrt sich die Bevölkerung mit Recht. Auch aus medizinischer Sicht ist eine möglichst ausgedehnte Nachtruhe unerlässlich, wie die zitierte Studie eindrücklich zeigt. Denn nicht ein rechnerischer Durchschnittslärm reisst einen aus dem Schlaf, sondern die einzelne Lärmspitze. Ein Lärmereignis, an das man sich meiner Meinung nach nie gewöhnen kann.

Weil der Fluglärm vorwiegend in Form von Lärmspitzen stattfindet, ist er bei gleicher durchschnittlicher Exposition schädlicher als Strassenlärm: «Nächtlicher Fluglärm setzt Stresshormone frei und aktiviert das sympathische Nervensystem, was zu erhöhter Blutviskosität, Aktivierung der Blutgerinnung und Blutdruckanstieg führt. Bei jahrelanger



Eine nicht enden wollende Reihe an Flugzeugen zieht durch die Anflugschneise. Jedes bringt eine quälende Lärmspitze mit.

© Priska Seiler Graf

Exposition führt er sogar zum Risiko von Herzinfarkt, Herzinsuffizienz und Schlaganfällen.» Das schreibt Hans Göschke in der Schweizerischen Ärztezeitung.⁵ Auch hat man festgestellt, dass Kinder in Einzugsgebieten von Flughäfen häufiger unter Konzentrationsschwierigkeiten leiden und darum auch die schulische Leistungsfähigkeit beeinträchtigt sein kann.

Empfehlungen umsetzen

Ein Meilenstein in der Lärmbekämpfung sind darum die neusten Empfehlungen des Berichts der Eidgenössischen Kommission für Lärmbekämpfung (EKLB, vgl. Beitrag Thomann, S. 15).⁶ Sie zielen auf eine Verschärfung der Grenzwerte beim Luftverkehr. Die

EKLB empfiehlt unter anderem für Fluglärm die Erhöhung der Immissionsgrenzwerte um 6 dB am Tag und 1-3 dB in der Nacht. Zusätzlich soll ein weiterer Grenzwert für die Morgenstunde zwischen 6 und 7 Uhr festgelegt werden, analog den bisherigen drei Nachtstunden (22–23 Uhr/23–00 Uhr/05–06 Uhr). Auch aus eigener Erfahrung kann ich bestätigen, dass diese Empfehlungen definitiv in die richtige Richtung gehen. Es lässt sich entschieden besser schlafen, wenn man weiss, dass die Nachtruhe respektiert wird. Um den Flughafen Zürich haben sich die Bürgerorganisationen der verschiedenen Himmelsrichtungen in der Vergangenheit oft über An- und Abflugrouten gestritten. Jede Region wollte so wenig Flugverkehr wie möglich über den eigenen Köpfen ertragen müssen. Diese Sankt-Florians-Politik brachte folglich niemanden weiter und nützte schliesslich nur den Wachstumsgelüsten der Betreiberin Flughafen Zürich AG. Mit dem Kampf für die Einhaltung der siebenstündigen Nachtruhe hat

man aber ein gemeinsames Ziel gefunden, das entscheidend zur Lebensqualität aller Flughafenanwohner:innen beiträgt. Für KLUG ist es unumgänglich und eine Pflicht, dass die Empfehlungen der EKLB nun vollumfänglich berücksichtigt werden. Dazu ist im Nationalrat auch eine Motion von Gabriela Suter (SP) hängig. Diese verlangt, dass die rechtlichen Grundlagen gemäss den Empfehlungen der EKLB anzupassen seien.⁷

Parallel zur Verschärfung der Lärmgrenzwerte sollten aber weitere Massnahmen ergriffen werden:

- Es soll eine schweizweit harmonisierte Nachtruhe von mindestens 8 Stunden für alle Flughäfen und konzessionierte Flugplätze gelten.
- Lärmabhängige Start- und Landegeühren sollen lenkungswirksam ausgestaltet sein, damit sie den Einsatz leiserer Flugzeuge fördern.
- Kostenzuschläge für verspätete Flugzeuge sollen so hoch sein, dass sie auch tatsächlich eine abschreckende Wirkung erzielen.
- Forschung und Innovation, welche sich mit der Verringerung der Lärmbelastigung durch den Luftverkehr beschäftigen, sollen aktiv gefördert werden.

Schliesslich gibt es noch eine weitere einfache Massnahme, die vermutlich immer noch am zielführendsten ist: Weniger fliegen. Denn was gut ist fürs Klima, ist es auch für die Gesundheit. ■

Priska Seiler Graf ist seit 2015 für die SP im Nationalrat. Sie präsidiert zusammen mit der Genfer Ständerätin Lisa Mazzone (Grüne) die Koalition Luftverkehr, Umwelt und Gesundheit (KLUG). Fluglärm war für die Sekundarlehrerin stets ein wichtiges Thema, das sie auch politisierte. Priska Seiler Graf lebt im lärmigen Kloten ZH.

priska.seiler@parl.ch
www.klug-cesar.ch

⁵ Göschke Hans. Fluglärmschäden: Die Nacht ist entscheidend. Schweizerische Ärztezeitung, 2020.

⁶ EKLB (Hrsg.) 2021. Grenzwerte für Strassen-, Eisenbahn- und Fluglärm. Empfehlungen der Eidgenössischen Kommission für Lärmbekämpfung EKLB, Bern.

⁷ <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaef?AffairId=20214658deaths>. European Heart Journal (2020).

Wenn «Leiser Lärm» den Schlaf raubt

Rudolf Bütikofer,
dipl. Akustiker SGA, Uster ZH

Ein leises Geräusch kann die Gesundheit einer Person ernsthaft beeinträchtigen. Auch wenn andere das Geräusch nicht hören, können Akustiker:innen versuchen, die Ursache der Störung zu finden.

Lärm stört, belästigt, macht krank. Neben dem lauten Verkehrslärm gibt es auch störende, sehr leise Geräusche, die jemand in seiner Wohnung hört, den «Leisen Lärm».

Es gibt Personen, die dadurch derart gestört werden, dass sie nach einigen Monaten Exposition gesundheitliche Probleme entwickeln, beispielsweise gestörten Schlaf. Oft sind die Geräusche für Aussenstehende nicht hörbar. Für die Akustikerin oder den Akustiker stellt sich die Frage, ob die betroffene Person unter einer Art von Tinnitus leidet, oder ob es in ihrer Wohnung ein Geräusch von einer technischen Einrichtung gibt.

Im Gegensatz zum Verkehrslärm sind beim leisen Lärm immer einzelne Personen betroffen. Meistens ist die Person älter als 40 Jahre und sie lebt in einer sehr ruhigen Wohnung. Sie hört das Geräusch über Monate hinweg, und es macht sie richtiggehend krank, weil sie sich immer stärker darauf sensibilisiert und konzentriert. Ansonsten erlebt die betroffene Person ihren Geräusch-Alltag ganz normal. Umgebungslärm oder Geräusche von Geräten in der Wohnung stören sie nicht, wenn nur dieses eine, bohrende, unheimliche und unbekannte Geräusch nicht wäre.

Nachweis

Ist das Geräusch auch für andere Personen gut hörbar, so stammt es wohl von einer defekten Installation, und die lärmverursachende Anlage kann meistens saniert werden.

Beim leisen Lärm ist es schwieriger. Viele Akustiker:innen und Umweltschützer können Geschichten erzählen über Meldungen von Personen, die durch leise Geräusche belästigt werden. Diese Meldungen sind unbeliebt, denn die Abklärungen beanspruchen viel Zeit und Empathie, die Situation ist oft unklar, ein Erfolg bleibt häufig aus und selten kann der gestörten Privatperson der ganze Aufwand in Rechnung gestellt werden.

Der erste Lösungsversuch ist die Hilfe zur Selbsthilfe. Die betroffene Person wird aufgefordert, den Leitfaden «Leisen, störenden Geräuschen auf der Spur»¹ durchzuarbeiten. Darin wird einerseits die Frage thematisiert, ob es sich um einen Tinnitus handeln könnte. Andererseits werden folgende Fragen gestellt: Wo im Haus wird das Geräusch gehört? Tritt das Geräusch nur zeitweise auf? Hören es andere Personen auch? Ist es ein hoher oder tiefer Ton? Verschwindet das Geräusch, wenn die Heizung oder der Strom im Haus ausgeschaltet wird? Vielleicht kann damit das Problem bereits gelöst werden.

Der zweite Versuch, das Problem zu lösen, ist der Besuch der Akustikerin oder des Akustikers vor Ort. Die Art der Störung wird genau besprochen. Es folgen kurze Messungen mit einem speziellen «Low Noise»-Mikrofon oder mit einem extrem empfindlichen Schwingungsmesser am Boden und an der Wand. Dies ist reine Detektivarbeit. Dabei hört man von der betroffenen Person oft Aussagen wie: «Heute ist nichts los, aber gestern war es nicht zum Aushalten.» Oder: «Der Doktor hat mir gesagt, es sei kein Tinnitus.» (Woher kann er das wissen?) Oder: «Mein Mann hört das Geräusch auch.»

(Aber vielleicht hört der Mann ein anderes Geräusch.)

Es hat sich bewährt, anschliessend eine durchgehende Messung über fünf bis zehn Tage durchzuführen. Dabei steht das Mikrophon dort, wo sich die Person über längere Zeit aufhält, meistens im Schlafzimmer neben dem Kopfkissen. Die gestörte Person führt in dieser Zeit Protokoll über alle Störungen. Die Messungen werden anschliessend im Büro auf mögliche Hinweise auf Störungen analysiert.

Jeder Fall ist anders

Die Fälle lassen sich in drei ungefähr gleich grosse Gruppen einteilen:

- Bei $\frac{1}{3}$ der Fälle handelt es sich um einen Tinnitus.
- Bei $\frac{1}{3}$ der Fälle endet die akustische Abklärung ergebnislos.
- Bei $\frac{1}{3}$ der Fälle handelt es sich um ein echtes Geräusch, das durch eine technische Einrichtung verursacht wird.

Ein Tinnitus liegt vor, wenn die betroffene Person das Geräusch auch ausserhalb der Wohnung an stillen Orten hört. Bei den Fällen, in denen die Messungen keine Hinweise auf Störungen ergeben, kann gleichwohl nicht behauptet werden: «Es gibt keine Störung», sondern lediglich: «Die akustischen Messungen konnten nichts finden». Die Störung könnte einen medizinischen oder einen nicht-akustischen Ursprung haben.

Suche und Sanierung der Störquelle

War die Messung erfolgreich, folgt die Verifikation, indem der gestörten Person ein gemessenes Hörbeispiel vorgespielt wird.

¹ www.sga-ssa.ch/docs/sga/leisen_geraueschen_auf_der_spur_sga.pdf

Antworten wie: «Nein, das ist der Heulüfter auf der anderen Talseite, der stört nicht», oder: «Nein, das ist der Küchenventilator im oberen Stock», sind nicht selten und schicken den Akustiker in die nächste Runde auf der Suche nach der Störung.

Auf Grund des zeitlichen Auftretens der Störung kann eine Vermutung zur Quelle gemacht werden. Weiter lässt sich mit Hilfe der Schmalbandanalyse nach spezifischen Frequenzlinien technischer Geräte suchen. Damit kann eine Hypothese formuliert werden, welche Art von Gerät die Störung verursachen könnte. Durch das gezielte Ausschalten der verdächtigten Geräte kann man schliesslich herausfinden, woher die Störung kommt.

Ist die Störquelle gefunden, stellt sich die Frage der Sanierung. Bei diesen knapp hörbaren Geräuschen gibt es für den Anlagenbetreiber in der Regel keine gesetzliche Sanierungspflicht. Die gestörte Person ist auf sein Wohlwollen angewiesen. Manchmal ist die Sanierung trivial, wenn sich z. B. ein vibrierendes Heizungsrohr abgelenkt hat und nun die Wand berührt: Ein Anheben des Rohrs löst das Problem. Manchmal muss jedoch die Umwälzpumpe einer Heizung ersetzt werden. Und manchmal ist eine Sanierung nicht möglich. Um das Geräusch etwas zu überdecken, kann in der Wohnung ein dauernder Geräuschpegel erzeugt werden, etwa mit einem Lautsprecher oder dem Plätschern eines Zimmerbrunnens.

Beispiele von leisem Lärm

Ein paar Beispiele veranschaulichen die Thematik des leisen Lärms.

In einem viergeschossigen Gebäude war im Schlafzimmer der Wohnung im Erdgeschoss ein Brummen zu hören. Die Frequenz von 100 Hz deutete auf einen Transformator oder einen Heizofen hin. Mit systematischen Abschaltversuchen nacheinander in allen Nachbarswohnungen wurde schliesslich auf der Dachterrasse ein 13-jähriger Whirlpool gefunden, dessen Isolationstransformator



«Leisen Lärm» hört häufig nur die betroffene Person. Ein hochsensibles Mikrophon soll die Störquelle aufspüren.

© Rudolf Bütikofer

Ein Mann lebt in einem Einfamilienhaus an einer Hanglage. Die Hauptleitung der Wasserversorgung verlief in einer Querstrasse etwa 50 Meter oberhalb des Hauses. Neu wurde diese Leitung in die Strasse vor seinem Haus verlegt. Mit Messungen konnte keine Störung nachgewiesen werden. Der Mann war aber weiterhin gestört und erreichte schliesslich mit grosser finanzieller Beteiligung, dass die neue Wasserleitung wieder zurückverlegt wurde. Der Mann fühlt sich nicht mehr gestört.

Ein Mann hört ein tieffrequentes Rauschen, sobald er sein Haus betritt. Die Störung sei präsent, seit der Nachbar ein Schwimmbad im Garten gebaut hat und die Leitungen der Umwälzpumpe nahe am Haus des Lärmgestörten entlang verlaufen. Die akustischen Messungen ergaben absolut keinen Hinweis auf eine Störung. Der Mann fühlt sich weiterhin gestört.

Eine Frau hörte ein Geräusch in ihrer Wohnung. Die Messung war erfolglos. Glücklicherweise erklärte die Frau, das sei gut so, denn sie plane die Wohnung zu verkaufen. Sie hätte beim Verkauf ein schlechtes Gewissen gehabt, wenn eine reale Störung vorhanden gewesen wäre.

Diese Beispiele zeigen, dass der leise Lärm immer Einzelpersonen betrifft. Oft sind die Ursachen medizinischer Art oder können nicht geklärt werden, aber manchmal stammen die Störungen tatsächlich von technischen Einrichtungen. ■

Rudolf Bütikofer ist Elektroingenieur ETHZ und diplomierter Akustiker der Schweizerischen Gesellschaft für Akustik SGA. Bis zu seiner Pensionierung arbeitete er bei der Empa in der Abteilung Akustik/Lärminderung. Er hat Erfahrungen mit vielen Messungen von leisen Geräuschen, die leider oft ergebnislos endeten. Seit über 20 Jahren hat er selber einen Tinnitus als treuen Begleiter.
herr.buetikofer@bluewin.ch

Terminkärtchen und Rezeptblätter für Mitglieder: Jetzt bestellen!



Liebe Mitglieder

Sie haben Tradition und viele von Ihnen verwenden sie: unsere Terminkärtchen und Rezeptblätter. Wir geben viermal jährlich Sammelbestellungen auf.

Jetzt oder bis spätestens 31. Oktober 2022 bestellen für die Lieferung Mitte November 2022. Mindestbestellmenge pro Sorte: 1000 Stk.

Preise Terminkärtchen: 1000 Stk. CHF 200.-; je weitere 500 Stk. CHF 50.-
Rezeptblätter: 1000 Stk. CHF 110.-; je weitere 500 Stk. CHF 30.-
Zuzüglich Porto und Verpackung. Musterkärtchen: www.aefu.ch

Dr. med. Petra Muster-Gültig
Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH
Beispielstrasse 345
CH-6789 Hinweis
Tel. 099 123 45 67

ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER L'AMBIENTE

Ihre nächste Konsultation

| | Datum | Zeit |
|------------|-------|-------|
| Montag | _____ | _____ |
| Dienstag | _____ | _____ |
| Mittwoch | _____ | _____ |
| Donnerstag | _____ | _____ |
| Freitag | _____ | _____ |
| Samstag | _____ | _____ |

Leben in Bewegung
Rückseite beachten!



Das beste Rezept für Ihre Gesundheit und eine intakte Umwelt!

Bewegen Sie sich eine halbe Stunde im Tag: zu Fuss oder mit dem Velo auf dem Weg zur Arbeit, zum Einkaufen, in der Freizeit.

So können Sie Ihr Risiko vor Herzinfarkt, hohem Blutdruck, Zuckerkrankheit, Schlaganfall, Darmkrebs, Osteoporose und vielem mehr wirksam verkleinern und die Umwelt schützen.

Eine Empfehlung für Ihre Gesundheit

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz
Postfach 620, 4019 Basel
Tel. 051 322 49 49 www.aefu.ch, info@aefu.ch

Dr. med. Petra Muster-Gültig
Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH
Beispielstrasse 345
CH-6789 Hinweis
Tel. 099 123 45 67

ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER L'AMBIENTE

Ihre nächste Konsultation

| | Datum | Zeit |
|------------|-------|-------|
| Montag | _____ | _____ |
| Dienstag | _____ | _____ |
| Mittwoch | _____ | _____ |
| Donnerstag | _____ | _____ |
| Freitag | _____ | _____ |
| Samstag | _____ | _____ |

Luft ist Leben!
Rückseite beachten!



Stopp dem Feinstaub! (PM 10)

Feinstaub macht krank
Feinstaub setzt sich in der Lunge fest
Feinstaub entsteht vor allem durch den motorisierten Verkehr

Zu Fuss, mit dem Velo oder öffentlichen Verkehr unterwegs:
Ihr Beitrag für gesunde Luft!

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz
Postfach 620, 4019 Basel

Dr. med. Petra Muster-Gültig
Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH
Beispielstrasse 345
CH-6789 Hinweis
Tel. 099 123 45 67

ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER L'AMBIENTE

Ihre nächste Konsultation

| | Datum | Zeit |
|------------|-------|-------|
| Montag | _____ | _____ |
| Dienstag | _____ | _____ |
| Mittwoch | _____ | _____ |
| Donnerstag | _____ | _____ |
| Freitag | _____ | _____ |
| Samstag | _____ | _____ |

für weniger Elektromog
Rückseite beachten!

Weniger Elektromog beim Telefonieren und Surfen

- ☺ Festnetz und Schnurtelefon
- ☺ Internetzugang übers Kabel
- ☺ nur kurz am Handy – SMS bevorzugt
- ☺ strahlenarmes Handy
- ☺ Head-Set
- ☺ Handy für Kinder erst ab 12

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz
Postfach 620, 4019 Basel
Tel. 051 322 49 49
info@aefu.ch
www.aefu.ch

Bestell-Talon

Einsenden an: Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz,
Postfach 620, 4019 Basel, Fax 061 383 80 49

Ich bestelle:

- _____ Terminkärtchen «Leben in Bewegung»
_____ Terminkärtchen «Luft ist Leben!»
_____ Terminkärtchen «für weniger Elektromog»
_____ Rezeptblätter mit AefU-Logo

Folgende Adresse à 5 Zeilen soll eingedruckt werden
(max. 6 Zeilen möglich):

Name / Praxis _____

Bezeichnung, SpezialistIn für... _____

Strasse und Nr. _____

Postleitzahl / Ort _____

Telefon _____

Name: _____

Adresse: _____

KSK.Nr.: _____

EAN-Nr.: _____

Ort / Datum: _____

Unterschrift: _____



© Jan Rieckhoff / toonpool.com

oekoskop

ÄRZTINNEN
UND ÄRZTE FÜR
UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE
L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER
L'AMBIENTE



Fachzeitschrift der Ärztinnen und
Ärzte für Umweltschutz (AefU)
Postfach 620, 4019 Basel, PC 40-19771-2
Telefon 061 322 49 49
Telefax 061 383 80 49
E-Mail info@aefu.ch
Homepage www.aefu.ch

Impressum

Redaktion:

- Stephanie Fuchs, leitende Redaktorin
AefU, Postfach 620, 4019 Basel, oekoskop@aefu.ch
- Dr. Martin Forter, Redaktor/Geschäftsführer AefU, Postfach 620, 4019 Basel

Papier: 100% Recycling

Artwork: christoph-heer.ch

Druck/Versand: Gremper AG, Basel/Pratteln

Abo: CHF 40.- / erscheint viermal jährlich > auch für Nichtmediziner:innen

Die veröffentlichten Beiträge widerspiegeln die Meinung der Verfasser:innen und decken sich nicht notwendigerweise mit der Ansicht der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AefU). Die Redaktion behält sich Kürzungen der Manuskripte vor. © AefU

OEKOSKOP-Ausgaben ab 2005: online unter www.aefu.ch/oekoskop

Adressänderungen: Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AefU), Postfach 620, 4019 Basel

AZB
CH-4019 Basel
P.P. / Journal

DIE POST