

Lärm und Lärmbekämpfung in medizinischer Sicht

Vom 1. bis 3. März 1960 versammelten sich in Zürich hervorragende Mediziner, Juristen, Konstrukteure, Ingenieure und Männer der Verwaltung aus 13 Nationen zum 1. Internationalen Kongreß für Lärmbekämpfung. In überzeugender Weise wurden in zahlreichen Referaten die vielfachen Gefahren des überhandnehmenden Lärms für den einzelnen Menschen und für das menschliche Zusammenleben dargestellt, aber auch die technischen und juristischen Möglichkeiten zur Überwindung dieser Gefahren aufgezeigt. Es besteht kein Zweifel, daß dieses weitverzweigte Problem gerade auch für die Gewerkschaften und für die von ihnen vertretenen Millionen in Fabriken und Büros so bedeutungsvoll wie aktuell ist. Mit Erlaubnis der Autoren veröffentlichen wir deshalb die Texte der beiden grundlegenden Vorträge dieser internationalen Tagung.
Die Redaktion

Wenn man einen Gegner bekämpft, so ist es in erster Linie notwendig, möglichst viel über ihn zu wissen. Daher setzt auch der Kampf gegen den Lärm eine Kenntnis dessen voraus, was Lärm eigentlich ist, wie er auf den Organismus einwirkt und wie er dem Menschen schaden kann.

Den Begriff „Lärm“ physikalisch exakt zu definieren, ist kaum möglich. Kennzeichnend für das, was Lärm ist, ist seine Bedeutung für den Menschen. Diese aber kann je nach Art und Stärke des Lärms recht verschieden sein. Es empfiehlt sich daher, zunächst in bezug auf diese Einwirkungen eine gewisse Systematisierung vorzunehmen. Wir nehmen dabei in Kauf, daß an die Stelle dessen, was wir hier als Grenzen bezeichnen, in Wirklichkeit Übergangszonen zu denken sind.

Beginnen wir mit den *psychologischen* Einwirkungen des Lärms. Lärm ist ein Geräusch, das als unangenehm oder lästig empfunden wird. Die Wirkung des Lärms ist also von der subjektiven Empfindung des Betreffenden abhängig. Was für den einen Lärm ist, braucht es für den anderen durchaus noch nicht zu sein. In diesem Sinne können Geräusche, die eine nur sehr geringe Lautstärke haben, zu Lärm werden. Umgekehrt besteht ein psychischer Lärmeffekt auch bei den allerstärksten Geräuschen, hier aber neben Einwirkungen anderer Art. Bei relativ geringer Lautstärke, praktisch

etwa bis zu 65 Phon, ist der Lärm nur eine Frage der Einwirkung auf die Psyche. Das heißt nicht, daß er ein leicht zu nehmender oder gar zu vernachlässigender Faktor sei. Maschinengeräusche, die von außen in die Wohnung eindringen, können schon bei Lautstärken von 40 Phon außerordentlich lästig sein, insbesondere in den Stunden der Ruhe und vor allem, wenn der Schlaf gesucht wird. Derartige Lautstärken können bei entsprechendem Charakter des Geräusches und entsprechend langer Einwirkung zu einem sich allmählich immer mehr steigernden psychischen Reagieren auf den Lärm führen und können, vor allem über die Schlaflosigkeit, die als Folge derartiger Lärmbelastungen eintritt, allmählich zu ernsteren Störungen auf dem Gebiet des Vegetativums führen.

Die Empfindlichkeit des einzelnen Menschen in bezug auf die psychische Lärmwirkung ist sehr verschieden. Geräusche, die für einen Menschen unerträglich sind, bedeuten unter Umständen für einen andern noch keine Belastung. Diese Empfindlichkeit schwankt nicht nur von Mensch zu Mensch, sie schwankt auch bei den gleichen Menschen von Tag zu Tag und schwankt vor allen Dingen je nach der momentanen Situation, in der sich der dem Geräusch Ausgesetzte befindet. Es ist letzten Endes die innere Einstellung des Menschen zu dem Geräusch bzw. zu der Geräuschquelle, die dafür bestimmend ist, ob und in welchem Maße das gehörte Geräusch als Lärm empfunden wird oder nicht. Daher kommt es, daß Geräusche, die man selbst hervorruft oder die mit einem Vorgang verbunden sind, an dem man positiv interessiert ist, in ihrer Lautstärke unterschätzt werden und oft keinen Lärmcharakter annehmen, während sehr viel schwächere Geräusche, die andere hervorrufen und denen wir innerlich aus irgendeinem Grunde von vornherein ablehnend gegenüberstehen, einen unerträglichen Lärm darstellen. Aus diesem Grunde wird z. B. der Lärm im Inneren eines geschlossenen Kraftfahrzeuges fast immer unterschätzt, der aus der Nachbarschaft in das Schlafzimmer eindringende Lärm fast immer überschätzt.

Die Tatsache, daß ein Geräusch für den Lärmerzeuger in der Regel keinen unangenehmen Lärm darstellt, ist ein Faktum, das die praktische Lärmbekämpfung außerordentlich erschwert. Selbst der Lärm eines knatternden Motorrades ist für seinen jugendlichen Benutzer nicht Lärm, sondern eher Musik. Das Rollen der Kugel und das Fallen der Kegel ist ein schönes Geräusch für den Kegler; für den Zuhörer kann es eine unerträgliche Qual sein. Diese Bedeutung der inneren Einstellung zur Lärmquelle für den subjektiven Lärmeindruck findet sich sogar bei sehr starken und ausgesprochen unangenehmen Geräuschen. Das Motorengeräusch eines Flugzeuges ist für den Piloten, das Geräusch mancher Maschinen für den Arbeiter, der an dieser Maschine gut verdient und stolz darauf ist, mit der Maschine umgehen zu können, oft auch dann noch nicht subjektiv unangenehm, wenn es objektiv bereits schädigend ist. Wenn, was durchaus vorkommt, ein Arbeiter der Geräuschminderung seiner Maschine sogar Widerstand entgegensetzt, so tut er das aus dem gleichen Grunde wie der Motorradfahrer, der den Auspufftopf seiner Maschine ausbaut, um sie lauter zu machen. Für beide ist das Geräusch um so mehr Ausdruck ihrer eigenen Stärke und Bedeutung. Je lauter es ist, um so mehr hebt es ihr Selbstbewußtsein. Kein Wunder, daß sie infolgedessen gar kein Verständnis dafür haben, in welchem Maße andere Menschen, die das betreffende Geräusch doch meist aus wesentlich größerer Entfernung hören, hierunter leiden.

Übersteigt die Lautstärke etwa 65 Phon beim wachen und 45 Phon beim schlafenden Menschen, so treten völlig unabhängig von dem psychischen Eindruck, d. h. auch dann, wenn das betreffende Geräusch als schön, ja als Musik empfunden wird, *vegetative Reflexe* auf, die recht vielgestaltig sind und im einzelnen stark von der vegetativen Ausgangslage abhängen. Der typischste und vielleicht wichtigste dieser Reflexe besteht in einer Verengung der kleinsten arteriellen Blutgefäße, vor allem in der Haut und in den Schleimhäuten. Hierdurch steigt der Widerstand im Gefäß-System. Dies führt aber nicht, wie man erwarten könnte, zu einem Anstieg des Blutdruckes,

sondern bei meist unveränderter Herzfrequenz zu einer Verminderung der je Herzschlag ausgeworfenen Blutmenge und damit zu einer Verminderung des gesamten Blutumlaufes im Körper. Dieser Effekt kann so stark sein, daß das Zeitvolumen des Blutumlaufes etwa halbiert wird; am deutlichsten erkennbar wird dies durch die Abnahme der Pulsationen in den Haargefäßen. Für diese Reaktionen ist folgendes typisch: Sie sind nicht abhängig von der Frequenz des Geräusches; sie sind bei älteren Menschen stärker als bei jungen, bei kleinen Kindern fehlen sie fast ganz. Sie bleiben während der ganzen Zeit der Lärmeinwirkung, also unter Umständen stundenlang, bestehen und klingen je nach der Dauer der Einwirkung dann verschieden schnell wieder ab. *In bezug auf diese Reflexe gibt es keine Gewöhnung an den Lärm.* Wenn viele Arbeiter erklären, sich an den Lärm ihres Arbeitsmilieus gewöhnt zu haben, so bezieht sich das nur auf den subjektiven Eindruck, nicht aber auf diese zwangsläufig ablaufenden Reflexe.

Die Frage, was derartige Reflexe für den Organismus bedeuten, läßt sich heute noch nicht mit voller Sicherheit beantworten, aber man darf wohl als sicher annehmen, daß ein gelegentliches Auslösen eines solchen Reflexes, wie es im täglichen Leben auch unter natürlichen Verhältnissen immer einmal vorkommen wird, in gesundheitlicher Beziehung völlig irrelevant ist. Etwas anderes aber ist es, wenn der Organismus längere Zeit, unter Umständen über viele Stunden des Tages, in einem Zustand erhalten wird, der einem derartigen Reflex entspricht. Dieser Zustand ist der Ausdruck einer wesentlichen Umsteuerung der gesamten vegetativen Innervation des Organismus. Die Minderung der Durchblutung, die in dem beobachteten Ausmaß viele Stunden dauern kann, dürfte vom gesundheitlichen Standpunkt betrachtet nicht ganz bedeutungslos sein. Sie bedeutet aber auch Verschiebungen im endokrinen System, in der Funktion von Drüsen usw. Der schon früher erhobene Befund einer Verminderung der Magensaftsekretion unter Lärmeinfluß ist nur ein Beispiel von vielen. Die unter dem Einfluß starken Lärmes auftretenden Veränderungen in der Nebennierenrinde sind von verschiedenen Autoren beschrieben worden.

Um einmal festzustellen, welche mit klinischen Mitteln erkennbaren Veränderungen bei Lärmarbeitern auftreten, und ob sich zwischen diesen Erscheinungen und dem Reflexgeschehen im vegetativen Bereich eine Beziehung herstellen läßt, hat mein Mitarbeiter Dr. *Jansen* im vergangenen Jahr eine ausgedehnte Untersuchung an *Stahlwerkarbeitern* ausgeführt und hat dabei eine stark belärmte mit einer schwach belärmten Gruppe, die im übrigen aber allen anderen Milieueinflüssen in gleicher Weise ausgesetzt war, verglichen. Es ergab sich, daß bei der lärmreicheren Gruppe eine deutliche Häufung von Durchblutungsstörungen in der Haut und in Schleimhäuten vorhanden war. Es ergab sich aber auch eine größere Häufigkeit von Irregularitäten der Herztätigkeit; es ergab sich, wenn auch statistisch nicht signifikant, eine Vermehrung von Verdauungsstörungen und eine größere Häufigkeit von Gleichgewichtsstörungen. Zum mindesten ein Teil der beobachteten Erscheinungen läßt sich als ein Stationärwerden des durch die Reflexe hervorgerufenen Zustandes bei diesen Lärmarbeitern auffassen, so z. B. die Durchblutungsstörungen an Haut und Schleimhaut. Andere lassen sich ohne Schwierigkeit auf die durch die Lärmreaktionen bedingten Veränderungen im Vegetativum zurückführen. *Es dürfte also durch diese Untersuchungen der Beweis erbracht sein, daß die langdauernde Einwirkung intensiven Lärms auf das Vegetativum zu Dauerveränderungen führt, die bereits den Charakter klinischer Symptome tragen.*

Die Untersuchung der Arbeiter in der eisenschaffenden Industrie, die sich auch auf *sozialpsychologische* Fragen erstreckte, ergab, daß die Arbeiter an stark belärmten Arbeitsplätzen im allgemeinen stämmigere und resistenterere Typen sind. Labile Menschen werden nie einen Arbeitsplatz mit hoher Lärmbelastung anstreben. Kommen sie doch auf einen solchen, so werden sie ihn möglichst bald wieder verlassen. Die Gruppe der Lärm-

arbeiter stellt also an und für sich eine positive Auswahl dar. Trotzdem zeigte es sich, daß Störungen des menschlichen Zusammenlebens — und zwar sowohl innerhalb der Familie als auch innerhalb des Betriebes — bei den Lärmarbeitern wesentlich häufiger vorhanden waren als bei der Gruppe, die nur geringen Lärmstörungen ausgesetzt war. Diese Störungen betrug bei der hochbelärmten Gruppe ein Vielfaches der weniger belärmten und waren damit statistisch völlig signifikant. Es ist vorläufig noch nicht möglich, diesen Befund weiter zu analysieren. Insbesondere ist es noch nicht möglich, festzustellen, ob diese Unterschiede im sozialpsychologischen Verhalten etwas mit der vegetativen Beanspruchung zu tun haben oder ob hier die psychische Belastung durch den Lärm im Vordergrund steht. Auch wird sicher die bei einem gewissen Teil der Lärmarbeiter naturgemäß vorhandene Schwerhörigkeit hierbei eine gewisse Rolle spielen. Auf jeden Fall aber bleibt der Befund gesichert, daß bei hohem Lärm exponierten Menschen *Störungen im Gebiet des menschlichen Zusammenlebens* häufiger vorkommen als bei vergleichbaren Menschen geringerer Lärmbelastung.

Der kranke Mensch, aber auch der von einer Krankheit genesende und der erholungssuchende, befindet sich stets in einem Zustand vegetativer Labilität. Es ist daher kein Wunder, daß sich die negativen Wirkungen der vegetativ nervösen Lärmbelastung bei diesen Menschen ganz besonders stark auswirken. Diese Menschen sind einmal subjektiv lärmempfindlicher. Es dürfte sich hier aber sehr wahrscheinlich nicht allein um einen psychologischen Prozeß handeln. Wenn wir von Krankenhausärzten immer wieder hören, daß der Heilungsverlauf durch den Lärm im und um das Krankenhaus ungünstig beeinflußt wird, und daß die Dauer der Heilung und damit die notwendige Dauer des Krankenhausaufenthaltes steigt, je weniger dem Ruhebedürfnis der Kranken Rechnung getragen werden kann, so liegt die Vorstellung nahe, daß eine enge Verbindung zwischen diesen Störungen des Heilungs- und Erholungsverlaufes und der Beeinflussung des vegetativen Systems durch den Lärm besteht.

Wir haben uns daran gewöhnt, den Bereich, in dem der Lärm nur eine psychische Belastung darstellt, als Lärmstufe I zu bezeichnen und demgemäß als Lärmstufe II den Bereich von etwa 65 bis 90 Phon, in dem zu der psychischen Belastung das Auftreten vegetativer Reflexe hinzutritt. Die Grenze von 90 Phon bezeichnet den Übergang zu Lärmstufe III, die dadurch gekennzeichnet ist, daß zu den psychischen und vegetativen Einwirkungen als drittes die *schädigende Einwirkung auf das Gehörorgan* hinzutritt.

Ein intensives Geräusch, insbesondere ein solches von längerer Dauer, bewirkt eine Schädigung der Sinneszellen des inneren Ohres, in denen die mechanischen Luftschwingungen, die wir Schall nennen, in Nervenerregung umgesetzt werden. Diese Schädigung tritt vorzugsweise im Frequenz-Schwingungsbereich von etwa 4000 Hz auf. Je nach der Dauer der Einwirkung geht diese Vertäubung, die ihrem Wesen nach etwa der Blendung des Auges entspricht, im Laufe von Stunden oder auch Tagen wieder zurück. Eine Verminderung der Hörfähigkeit, die man bei einem Arbeiter eines Lärmbetriebes feststellt, ist nur dann eine bleibende Verminderung der Hörfähigkeit, wenn sie mehrere Tage nach der letzten Lärmeinwirkung nachgewiesen worden ist. Abgesehen von extrem lauten Geräuschen, wie sie etwa bei Kanonenschüssen und anderen Explosionen auftreten, ist eine wiederholte Einwirkung von erheblicher Dauer notwendig, um aus der vorübergehenden Vertäubung allmählich eine bleibende Schädigung des inneren Ohres entstehen zu lassen. Auch diese beginnt in der Regel bei denjenigen Sinneszellen, die Töne von einer Frequenz von etwa 4000 Hz aufnehmen.

Für einen mittleren Bereich der Tonhöhe kann man etwa die Lautstärke von 90 Phon als den Grenzwert annehmen, oberhalb dessen die Gefahr einer Schwerhörigkeit besteht. Die individuelle Empfindlichkeit ist dabei recht verschieden. Es gibt Menschen, die auch nach jahrelanger Belastung mit 95 Phon noch keine Veränderungen der Hörfähigkeit aufweisen, die auf Lärm zurückzuführen ist. Andererseits kommen aber natürlich auch hö-

LÄRMBEKÄMPFUNG IN MEDIZINISCHER SICHT

here Empfindlichkeiten vor. 90 db ist etwa das Maximum dessen, mit dem wir im heutigen Straßenverkehr rechnen müssen. *Es ist aber ein Wert, der in vielen Industriebetrieben heute noch auf den arbeitenden Menschen einwirkt* und nach dem derzeitigen Stand der Technik in vielen Fällen nicht ohne Schwierigkeiten vermindert werden kann.

Ein Merkblatt des *Vereins Deutscher Ingenieure* hat kürzlich 90 Phon als diejenige Grenze bestimmt, die am Arbeitsplatz nicht überschritten werden soll. In der Tat dürfte das Einhalten dieser Grenze einen erheblichen Fortschritt bedeuten und das Auftreten von *Lärmschwerhörigkeit als gewerbliche Erkrankung* nahezu ausschalten. Sie stellt aber natürlich noch keinen Idealzustand dar, da diese Grenzziehung den Lärm als nervöse Belastung vorläufig unberücksichtigt läßt.

Bleibt der Lärmschwerhörige der Einwirkung lauter Geräusche weiterhin ausgesetzt, so steigt der Grad seiner Schwerhörigkeit allmählich immer mehr an, unter Umständen bis zur völligen Taubheit. Taubheit ist ein schweres Schicksal, das psychisch meist schwerer wiegt als völlige Blindheit. Es sollten daher alle Menschen vor diesem Schicksal mit Sicherheit bewahrt sein. Personen, bei denen Erscheinungen der Lärmschwerhörigkeit aufgetreten sind, dürfen also nicht mehr an lärmreichen Arbeitsplätzen tätig sein. Sofern es nicht gelingt, den Lärm der Maschinen zu vermindern oder durch persönliche Schutzeinrichtungen ihn vom Ohr des arbeitenden Menschen fernzuhalten, ist ein *Arbeitsplatzwechsel* unbedingt erforderlich.

Die Lautstärken, mit denen wir es in der Industrie im Extremfalle zu tun haben, erreichen etwa 120 db. Höhere Werte, also solche von 130 oder gar 150 db, kommen nur an ganz wenigen Plätzen in Frage, und zwar fast ausschließlich bei der Erprobung von Düsentriebwerken, Raketenantrieben und dergleichen. Bei diesen extremen Geräuschen wird nicht nur die Gefahr der Schädigung des Gehörorgans besonders groß, sondern es tritt auch die Möglichkeit hinzu, daß der Schall auf anderem Wege als über das Ohr auf den Körper einwirkt. Infolgedessen können auch Frequenzen, die nicht mehr hörbar sind, also sogenannter Ultraschall, Schädigungen herbeiführen. Besonders gefährlich ist bekanntlich die Einwirkung von Schall- und Ultraschallfrequenzen auf die Ganglienzellen, also auf *Zellen des Zentralnervensystems*, sei es im Rückenmark oder im Gehirn. Auch hier kann die Einwirkung zunächst zu vorübergehenden Schädigungen führen; dauert sie sehr lang oder ist sie besonders intensiv, so kann es zu einer Zerstörung der betreffenden Ganglienzellen kommen und damit zu irreversiblen Lähmungen, unter Umständen zum Tode.

Die Gefährlichkeit der Wirkung hängt von der Dicke der Gewebeschichten ab, die die Schallschwingungen zu passieren haben, bevor sie wichtige Organe erreichen. Infolgedessen sind kleine Tiere stärker gefährdet als größere. Da die Zahl der Menschen, die an derartigen Arbeitsplätzen tätig sind, im ganzen gesehen sehr klein ist, so ist auch die Zahl der beobachteten Schädigungsfälle im ganzen nicht groß. Sie hat aber dazu geführt, daß sehr strenge *Sicherheitsvorschriften* beim Umgang mit solchen Geräten heute in allen Ländern bestehen und im allgemeinen auch eingehalten werden.

Die Skala der Lärmeinwirkungen auf den Menschen geht also von der Belästigung, einer Störung des Wohlbefindens, einer Behinderung des Ausruhens und der Erholung, einer Verzögerung der Wiedergesundung nach Krankheit und Erschöpfung bis hin zu schwersten Traumen, im Extremfall zu tödlichen Traumen. Bei dem Lärm als einem Massenproblem, als einer Frage, die alle angeht, um derentwillen es nützlich und notwendig ist, Organisationen zu schaffen, die ihn bekämpfen, und diese Organisationen zu gemeinsamem Handeln auf breiterer Basis zusammenzuschließen, handelt es sich weniger um diese Extremfälle höchster Intensitäten, sondern um die weltweit verbreiteten, in zunehmendem Maße überall auf uns einwirkenden geringeren und mittleren Intensitäten. Der Lärm als nervöse Belastung ist es also vor allem, der uns zusammen-

führt, der Lärm, der für so viele Menschen eine höchst überflüssige zusätzliche Belastung bei ihrer Arbeit ist, der Lärm, der Erholung und Entspannung verhindert, der Lärm, der uns auf der Straße, in unseren Wohnungen, heute selbst in Wald und Feld quält und nicht zur Ruhe kommen läßt, der Lärm also, den die Technisierung unseres Daseins mit sich gebracht hat und der ein brutaler Eingriff in die persönliche Sphäre ist.

Wir sind nicht gegen den technischen Fortschritt, wir wollen nicht eine Entwicklung zurückdrehen, wir wollen nicht die Ruhe des Friedhofs, aber wir sehen einen echten Fortschritt der Technik darin, wenn es ihr gelingt, das unendlich viele Gute und Nützliche, das sie für uns tut, nicht mit der Quälerei durch Lärm zu verbinden. Es ist also die Rückständigkeit der Technik, gegen die wir kämpfen, und der Fortschritt, der in einer reibungslosen Einfügung der Technik in das menschliche Zusammenleben besteht, für den wir arbeiten. Von der biologischen und medizinischen Forschung her kann nur die Wirkung des Lärms erkannt und die Notwendigkeit der Lärmbekämpfung begründet werden. Zu ihrer Durchführung aber brauchen wir die Hilfe des Technikers aller Sparten, des Juristen und vieler anderer Berufe, ja wir sind uns klar darüber, daß ein endgültiger Erfolg nur dann zu erreichen ist, wenn wir alle diejenigen Menschen, die Lärm erzeugen, und die noch viel größere Zahl derjenigen Menschen, die unter dem Lärm leiden, dazu bringen, daß jeder an seinem Platze die Aufgabe übernimmt und systematisch durchführt, die ihm im Kampf gegen den Lärm zufällt.