

Lästigkeits- und Lautheitseinstufungen bei Hörermüdung und deren Rückbildung unter verschiedenen Lärmbelastungen¹

R. Donner, U. Doppler, M. Haider, T. Hloch, M. Koller²

Institut für Umwelthygiene der Universität Wien (Vorstand: Prof. DDr. Manfred Haider)

1. Einleitung

Der Lärm zeigt Auswirkungen auf das Hörsinnessystem und auf den Gesamtorganismus. Die Einflüsse auf das Hörsinnessystem können unter anderem mit Hilfe der audiometrischen Messungen zeitweiliger Hörschwellenverschiebungen (Temporary Threshold Shift, TTS) untersucht werden. Die Einflüsse auf den Gesamtorganismus (extraaurale Auswirkungen) sind einerseits durch physiologische Funktionsänderungen und andererseits durch psychologische Skalierungen zu erfassen.

Die von den betroffenen Personen subjektiv als Lästigkeit erlebten und mit der Tendenz zur Vermeidung der Exposition beantworteten Lärmwirkungen treten leider oft auch in den Freizeit- und Erholungsräumen des Menschen auf. Neben Pegel, Frequenzspektrum, Zeitverteilung des Schalles usw. spielen hier besonders Faktoren wie Bedeutungsgehalt des Schalles und Einstellung des Betroffenen zur Schallquelle eine Rolle. Ganz wesentlich geht auch die Persönlichkeitsstruktur des Menschen in die Bewertung des Schallereignisses ein.

Nur bei gleichzeitiger Verwendung verschiedener Indikatoren für Lärmwirkungen wird es gelingen, die Lärmbelastung als multifaktorielles Geschehen zu erfassen.

2. Fragestellung

Ziel zweier experimenteller Studien, die zusammen mit der Abteilung Audiologie der I. HNO-Klinik der Universität Wien (Prof. Dr. F. Schwetz) und dem Referat Berufskrankheiten der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt (Dr. A. Raber) durchgeführt worden sind, war es, unter Schallexposition den Verlauf der subjektiven Lärmbelastung dem der experimentell erzeugten Hörermüdung gegenüberzustellen. Es ging dabei um die Frage, ob es zwischen Hörschwellenverschiebungen und den Erlebniskorrelaten derselben akustischen Belastungen Beziehungen, zum Beispiel im Sinne von Parallelität, gibt. Der otologische Teil der Untersuchungen befasste sich mit der Verfolgung der reversiblen Hörschwellenverschiebungen (TTS) und wurde bereits an anderer Stelle publiziert [1,9].

3. Methodik

In der ersten Studie wurden vierzehn normalhörende junge Männer verschiedenen Kombinationen von

Zum besseren Verständnis der Lärmbelastung ist es erforderlich, objektiv messbare Auswirkungen des Lärms auf den Körper mit subjektivem Belastungsgrad zu vergleichen. Aus den hier dargestellten Versuchen geht hervor, dass offenbar die Reaktion auf Lärm individuell verschieden ist und sowohl im Sinne einer Gewöhnung als auch einer Sensibilisierung erfolgen kann.

Belastungsschallen ausgesetzt. Jede Exposition bestand aus einer Erst- und einer minderintensiven Zweitbelastung, wobei die Erstbelastung in vier Stufen (Oktavbandrauschen):

500 Hz, 115 dB, 15 min (B₁)

500 Hz, 105 dB, 60 min (B₂)

2000 Hz, 95 dB, 10 min (B₃)

2000 Hz, 87 dB, 60 min (B₄)

und die Zweitbelastung in drei Stufen (weisses Rauschen):

0 dB, 120 min

75 dB, 120 min

85 dB, 120 min

variiert wurde. Da jede Vp jede Kombination von Erst- und Zweitbelastung durchmachen musste, ergaben sich je Proband 3×4 = 12 Versuchsdurchgänge.

Die Probanden befanden sich während der gesamten Versuchsdauer in einer audiometrischen Hörkabine (Amplifon, Modell G). Die Belastungsgeräusche wurden von einem Tonband (Revox A 77) über Kopfhörer (Telefonics TDH 39) abgespielt. Zur Erfassung der Schwellenverschiebungen wurden audiometrische Schwellenmessungen in die Zweitbelastung eingeschoben, und zwar nach 2, 8, 16, 32, 64 und 128 min, gerechnet ab dem Beginn der Zweitbelastung. Diese Messungen erfolgten mit einem Maico-Zweikanalaudiometer im aufsteigenden Verfahren. Die Messfrequenzen waren bei den Erstbelastungen B₁ bzw. B₂ 1 und 2 kHz, bei B₃ bzw. B₄ 3 und 4 kHz.

Zur Erhebung der subjektiven Belästigung wurde eine Einstufungsskala verwendet, die einer Arbeit von *Frankenhäuser* [2] entnommen und geringfügig modifiziert worden war (Abb. 1a). Die Probanden wurden instruiert, darauf einzustufen, wie belästigt sie sich jeweils fühlten. Die erste Einstufung war bereits vor Beginn der Belastung vorzunehmen («Null-Belästigung») und diente für die weiteren – während der Belastung abgegebenen – Urteile als Bezugswert. Diese Einstufungen erfolgten in zeitlicher Übereinstimmung mit den Messungen der TTS, und zwar am Ende der Erstbelastung sowie nach 15, 30, 60 und 120 min Zweitbelastung. Diese Anordnung sollte eine

¹ Mit finanzieller Unterstützung durch den Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich und die AUVA.

² Adresse der Autoren: Institut für Umwelthygiene der Universität Wien, A-1095 Wien, Kinderspitalgasse 15.

Abb. 1a: Skala zur Einstufung der subjektiven Lärmbelästigung.

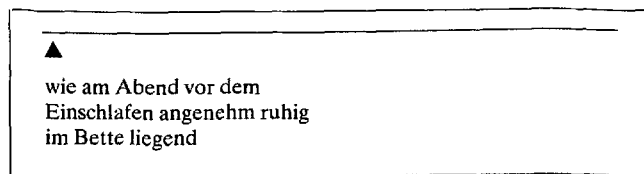
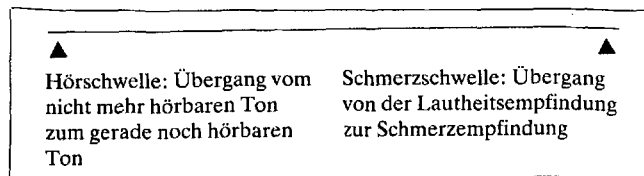


Abb. 1b: Skala zur Einstufung der Lautheit.



Zuordnung von TTS-Messungen und Belästigungseinstufungen ermöglichen.

In der zweiten Studie dienten wiederum vierzehn normalhörende junge Männer als Versuchspersonen. Die Versuche bestanden, wie in der ersten Studie, aus verschiedenen Kombinationen von einer Erst- und einer minderintensiven Zweitbelastung. Die Erstbelastung war als 30minütiges Oktavbandrauschen (mittlere Frequenz 2 kHz) von 105 dB(A) festgelegt. Als Zweitbelastung wurde ebenfalls Oktavbandrauschen (mittlere Frequenz 2 kHz) gewählt, das nach Intensität (fünf Stufen) und nach Dauer (vier Stufen) variiert wurde; Die Auswahl der Schallqualität wollte eine industrieähnliche, schmalbandige Lärmbedingung simulieren.

Es ergaben sich $5 \times 4 = 20$ Expositionsbedingungen, die jeder Proband zu absolvieren hatte. Jede Kombination von Erst- und Zweitbelastung wurde in einer gesonderten Versuchssitzung vorgegeben.

Die Pegelstufen der Zweitbelastung waren: 95, 85, 75, 65 und 30 dB(A) (letztere als standardisierte Ruhebedingung). Die Expositionsdauer betrug bei jeder Pegelstufe 15, 30, 60 und 120 min. Die TTS wurde in jedem Versuchsdurchgang nur einmal, und zwar am Ende der Zweitbelastung, gemessen: die zeitliche Staffelung der Zweitbelastung ermöglichte die Vermeidung eingeschobener Schwellenmessungen und vermied eine in vielen einschlägigen Untersuchungen anzutreffende Fehlerquelle. Jede TTS-Messung bezog sich daher auf eine ununterbrochene Exposition von Erst- und Zweitbelastung.

Zur Erfassung der Erlebniskorrelate wurde die Methode von *Frankenhäuser* in dieser zweiten Studie um eine Lautheitsskala erweitert (Abb. 1b).

Während der Versuche wurden die beiden Einstufungsblätter einmal pro Sitzung, und zwar in zeitlicher Übereinstimmung mit der Schwellenmessung nach der Exposition, vorgegeben.

Die Erhebung eindeutig zugeordneter physiologischer und psychologischer Parameter sollte sowohl den Vergleich pro Messzeitpunkt als auch die Gegenüberstel-

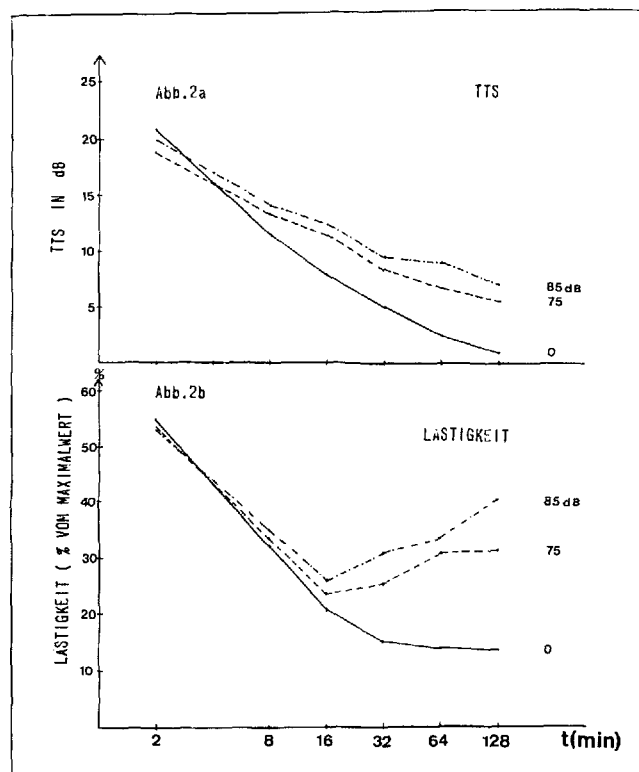
lung der Verlaufsformen von TTS, Lautheits- und Lästigkeitsempfindungen ermöglichen.

4. Ergebnisse

In der ersten Studie wurden unter den verschiedenen Erstbelastungen jeweils Hörschwellenverschiebungen im Mittel um 20 dB (TTS₂) aufgebaut.

Abbildung 2 zeigt im oberen Teil die Ergebnisse der Messungen der Hörerholung unter drei verschiedenen Bedingungen, einer Kontrollbedingung Ruhe (0) und zwei Zweitlärmbelastungen (75 und 85 dB).

Abb. 2. Hörerholungsverläufe, ausgehend von einer Hörermüdung (TTS₂) von 20 dB unter Ruhebedingungen (0) sowie Lärmzweitbelastungen von 75 und 85 dB. Im unteren Teil zeitgleiche Mittelwerte der Lästigkeitsbeurteilungen (in Prozenten vom Maximalwert).



In allen drei Bedingungen treten fortschreitende Erholungsvorgänge auf. Die Hörerholung ist allerdings bei den zwei Lärmbedingungen gegenüber der Erholung in Ruhe deutlich verzögert. Gegenüber der Ruhebedingung sind die Erholungsverläufe bei den Zweitpegeln 75 und 85 dB bereits nach 8 min signifikant verzögert; nach zwei Stunden unterscheiden sich auch die Erholungsverläufe der beiden Zweitbelastungsbedingungen signifikant (*Newman-Keuls-Tests* nach Varianzanalyse). Die Daten der Lärm-lästigkeit wurden wie die der TTS einer mehrfachen Varianzanalyse [14] unterzogen, wobei folgende Faktoren eingingen:

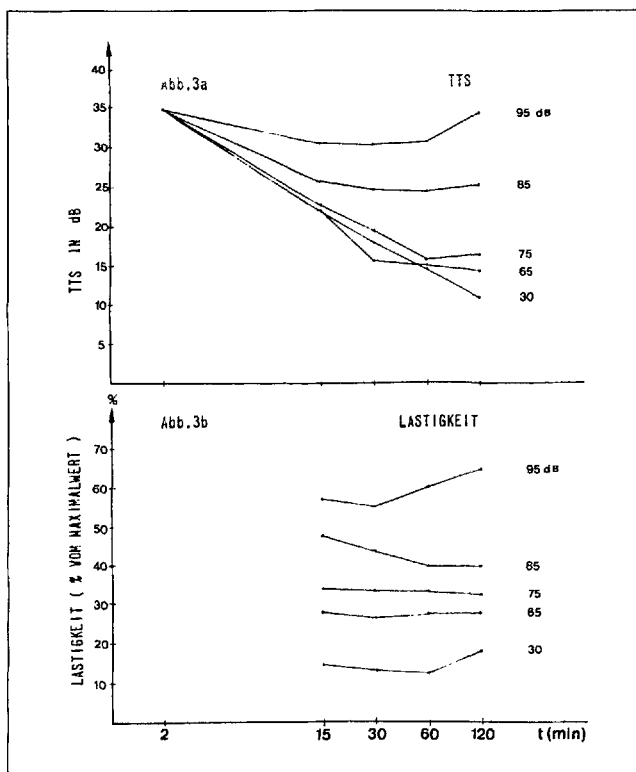
Versuchspersonen, Zeit, Belastungsgeräusch, Zweitpegel. Von diesen Faktoren beeinflussten Zeit und Zweitpegel die Belästigung signifikant, ebenso waren

die Wechselwirkungen zwischen Zeit- und Erst- bzw. Zweitbelastung signifikant.

Im unteren Teil der *Abbildung 2* sind die Mittelwerte der Einstufungen der subjektiven Belästigung dargestellt. Auch bei diesen Belästigungsskalierungen führen die verschiedenen Arten der Lärmexpositionen im ersten Einstufungszeitpunkt (2 min nach Ende der Erstbelastung) zu annähernd demselben Ausmass an subjektiver Belästigung. Die Verläufe der Lästigkeitseinstufungen divergieren ebenso wie die der zeitweiligen Hörschwellenverschiebung. Die subjektive Belästigung sinkt bei der Ruhebedingung kontinuierlich ab, zeigt aber bei den beiden Zweitpegeln ab 16 min wieder einen Anstieg. Die Differenzen zwischen Ruhebedingung und Zweitpegeln sind bereits nach 16 min signifikant, die Lästigkeitsskalierungen bei 75 und 85 dB unterscheiden sich erst nach zwei Stunden signifikant. Bei der Kontrollbedingung «Ruhe» nimmt die Lärmbelästigung nur zwischen 2 und 16 min signifikant ab und bleibt dann konstant.

In der zweiten Studie wurden neben der Messung der Hörschwellenverschiebung Lästigkeits- und Lautheits-einstufungen durchgeführt; allerdings wurde mit diesen Einstufungen erst 15 min nach Ende der Lärmbe-lastung begonnen. Die Ergebnisse der Messungen der Hörerholung unter den fünf verschiedenen Bedingun-gen der Zweitlärmbelastung sind im oberen Abschnitt der *Abbildung 3* dargestellt.

Abb. 3. Hörerholungsverläufe, ausgehend von einer Hörermüdung (TTS₂) von 35 dB bei verschiedenen Lärmzweitbelastungen (30, 65, 75, 85 und 95 dB). Im unteren Teil zeitgleiche Mittelwerte der Lästigkeitsbeurteilungen (in Prozenten vom Maximalwert).



Man ersieht aus dieser Abbildung, dass die Zweitpegel den zeitlichen Verlauf der Hörschwellenverschiebung wesentlich beeinflusst haben. Bei 95 dB Zweitbelas-tung kommt es sogar zu einem Wiederanstieg der Hörschwellenverschiebung. Bei 85 dB Zweitpegel haben wir eine sehr deutliche und bei 75 und 65 dB Zweitpegelbelastung immerhin noch eine klare Verzö-gerung der Hörerholung nachgewiesen (Mittelwerts-vereiche nach *Newman-Keuls*).

Im unteren Teil der *Abbildung 3* sind die Verläufe der Mittelwerte der subjektiven Lästigkeitsbeurteilungen dargestellt. Es zeigt sich, dass die fünf Pegel der Zweitbelastung deutlich unterschieden wurden, wenn-gleich die Unterschiede zwischen den Einstufungen nur in einigen Fällen signifikant waren. Die signifikanten Unterschiede scheinen auch keinem Trend zu folgen (etwa grössere Unterschiede mit wachsender Expositions-dauer).

Die Analyse der Belästigungsverläufe ergab, dass sich die Einstufung ein und derselben Schallstärke bei keiner Zweitbelastungsbedingung im Verlauf der Exposition signifikant änderte (*Friedman-Tests*). Dementsprechend ist auch keine den TTS-Schwellen-verläufen ähnliche Divergenz zu finden. In Anbetracht dieser Ergebnisse wurde eine Analyse der Individual-daten vorgenommen, wobei zunächst das deutliche Überwiegen monoton auf- bzw. absteigender Formen bei den individuellen Belästigungsverläufen auffiel. Diskontinuierliche Verläufe waren verhältnismässig selten. Das Verhältnis der kontinuierlichen und dis-kontinuierlichen Verläufe wurde auf signifikante Abweichungen untersucht (χ^2 -Test), mit dem Ergeb-nis, dass bei vier von den fünf Zweitbelastungsbedin-gungen kontinuierliche Verläufe signifikant überwo-gen. Da es sich aber um auf- und absteigende Verläufe handelte, bildeten sich in den gemittelten Verläufen kaum Tendenzen ab.

Es scheint so zu sein, dass die Information der individuellen Verläufe durch die gemittelten Verläufe nicht adäquat ausgedrückt wird. Sobald sich die Daten in zwei gegensätzliche Verlaufsformen gruppieren, sagt der Gesamtmittelwert nichts mehr aus. Bei der Interpretation der Ergebnisse wird daher von den individuellen Verläufen auszugehen sein.

In *Abbildung 4* sind die individuellen Verläufe der Lästigkeitseinstufungen bei 30 dB Zweitlärmpiegel zur Darstellung gebracht. Schon bei dieser sehr niedrigen Zweitlärmbelastung zeigen sich deutlich zunehmende (ausgezogene Linie) und abnehmende (strichlinierte Linie) Verläufe der Lästigkeitsskalierungen. Ähnlich waren die Verhältnisse bei den übrigen Zweitlärmp-e-geln (65, 75, 85 und 95 dB), nur lagen dort die gesamten Kurvenverläufe bei höheren Prozentsätzen. Auch die Lautheitseinstufungen wurden zunächst im Verlauf, also über die vier Messzeitpunkte, der Hör-erholung analysiert. Sie unterscheiden sich aber nur bei der niedrigsten Zweitlärmbelastung, also bei 30 dB, signifikant voneinander (*Friedman-Test*). Hier wird mit abnehmender Hörermüdung die Schallstärke lauter beurteilt. Die Reduktion der Hörermüdung

wirkt sich aber im mittleren Schallstärkenbereich nicht auf die Lautheitseinstufungen aus; ebenso ist für die Ermüdungszunahme beim höchsten Schallpegel (95 dB) keine entsprechende Wirkung nachzuweisen. Die Lautheitseinstufungen zeigten mit der tatsächlichen Höhe der Zweitlärmpegel eine sehr gute Übereinstimmung. In *Abbildung 5* sind die Mittelwerte und Streuungen der Lautheitsurteile – wie sie nach 15 min

abgegeben wurden – für die fünf verschiedenen Zweitlärmpegel abgebildet. Mit zunehmender Höhe der Zweitlärmpegel nimmt auch die Höhe der Lautheitseinstufungen, gleichzeitig aber die Grösse der Streuungen dieser Einstufungen deutlich zu. Die den einzelnen Schallstärken entsprechenden Lautheitseinstufungen unterscheiden sich signifikant voneinander (*Wilcoxon-Test*).

*Abb. 4. Verlauf der subjektiven Lärmbelästigung bei einem Schallpegel von 30 dB (Lärmzweitbelastung). Diese Versuchsbedingung, deren Mittelwerte in *Abbildung 3* dargestellt sind, wurde hier für die einzelnen Versuchspersonen aufgeschlüsselt.*

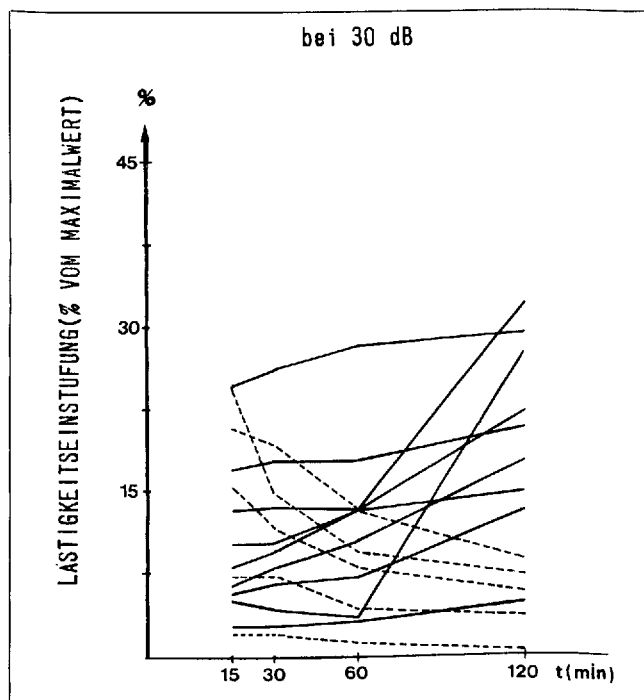
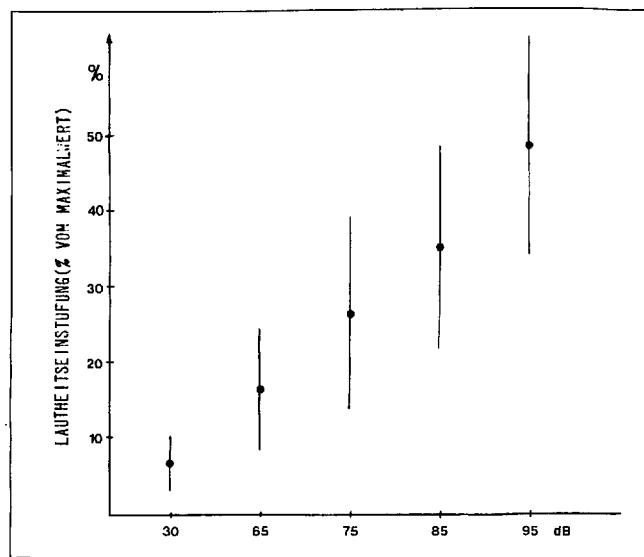


Abb. 5. Mittelwerte und Streuungen der Lautheitsurteile bei 30 dB Lärmzweitbelastung (nach 15 min Exposition).



5. Diskussion

Die Auswertung der Daten der reversiblen Hörschwellenverschiebung ergab, dass es im Bereich der «kritischen Intensität» [11, 12] keine scharfe Trennungslinie zwischen «harmlosen» und «gefährlichen» Schallen, sondern einen fließenden Übergang gibt. Selbst Pegel von 65 dB sind noch imstande, die Hörerholung signifikant zu verzögern. Werden Schmalbandgeräusche als Zweitpegel verwendet (2. Studie), so persistiert die Hörerholung bereits früher als bei weissem Rauschen (1. Studie). Diese Ergebnisse und deren Folgerungen wurden in zwei früheren Arbeiten ausführlich diskutiert [9] und [1]. Ähnliche Befunde konnte auch *Ward* [13] erheben.

Die Lautheitseinstufungen erfolgten auch in der Situation der Pegelreduktion mit erstaunlicher Sicherheit, das heisst bei derselben Einwirkungsintensität, jedoch unterschiedlichen Ermüdungswerten, in hoher Konstanz und darüber hinaus in guter Übereinstimmung mit den objektiven Gegebenheiten. Diese Konstanz ergab sich für zeitlich disparate Versuchssituationen und erzwungenen Verzicht auf Vergleichswerte aus der Alltagserfahrung.

Bei den Lautheitseinstufungen interessierte insbesondere die Frage, ob das Ausmass der jeweiligen Hörschwellenverschiebung sie signifikant beeinflusst. Mit Ausnahme des 30-dB-Zweitpegels fanden sich jedoch keine Signifikanz. Dies kann als neuerliche Bestätigung dafür gelten, dass bei Schallpegeln oberhalb von rund 60 dB Lautheitsausgleich eintritt, das heisst, dass das ermüdete Hörsinnesorgan und das nichtermüdete gleiche Lautheitsempfindungen hervorrufen [7]. Bei dem 30-dB-Zweitpegel wirkt sich wahrscheinlich die nichtverzögert verlaufende Hörerholung in einem zunehmenden Lautheitserlebnis aus.

Während in der ersten Studie die Belästigung bei 75 und 85 dB ansteigt (trotz abnehmender bzw. gleichbleibender Hörermüdung), verringert sie sich in der zweiten Studie bei den gleichen Intensitäten weiter, obwohl die Hörermüdung hier stagniert beziehungsweise zunimmt. Als mögliche Ursache dieser widersprüchlichen Ergebnisse ist eine Verschiebung der Urteilsdimension durch das Hinzunehmen der 95-dB-Bedingung in der zweiten Studie denkbar. Es wäre dementsprechend anzunehmen, dass im Bereich von 100 dB Massstäbe der Lärmbewertung herangezogen werden, die sich von den bei geringeren Pegeln gültigen unterscheiden und die Pegel von 85 und 75 dB als vergleichsweise harmlos erscheinen lassen (vgl. [4]).

Es muss allerdings auch beachtet werden, dass in der

zweiten Studie Schmalbandgeräusche als Zweitpegel Verwendung fanden, in der ersten Studie aber weisses Rauschen.

Die aus den gemittelten Verläufen stammenden Ergebnisse sind jedoch, wie die weitere Auswertung zeigte, mit Vorsicht zu interpretieren: bei den individuellen Lästigkeitsverläufen fand sich nämlich eine deutliche, statistisch signifikante Häufung monoton auf- beziehungsweise absteigender Verläufe, die eine Interpretation der mittleren Verläufe erschwert. Es gab Personen, die schon niedrige Zweitpegel (30 dB) als zunehmend lästig empfanden, andere gaben selbst beim intensivsten Pegel (95 dB) abnehmende Belästigung an. Die Differenzen wurden mit zunehmender Einwirkungszeit immer grösser. Dies kann nicht auf sensorisch bedingte Empfindlichkeitsänderungen zurückgeführt werden (vgl. die Ergebnisse der Lautheitseinstufungen), vielmehr müssen die Urteilsverschiebungen als Einstellungswirkungen angesehen werden.

Offensichtlich spielen hierbei Phänomene der psychischen Gewöhnung an Lärm (Habituation) beziehungsweise der erhöhten Lärmempfindlichkeit (Sensibilisierung) eine Rolle.

Es ist in diesem Zusammenhang zu betonen, dass sowohl die Faktoren, welche die Geräuschlöstigkeit bestimmen, als auch alle situativen Faktoren weitgehend konstant gehalten wurden.

Habituation und Sensibilisierung können in unserem Fall also weder durch Änderungen der Geräuschqualität (z. B. Wegfall des Bedeutungsgehaltes nach *Jansen* [5]) noch durch situative Faktoren wie Tageszeit, Umgebung, oder durch Kombination mit anderen Störfaktoren [10] bedingt sein. Schliesslich ist zu betonen, dass die Versuchspersonen gesunde junge Studenten waren, so dass eine erhöhte Lärmempfindlichkeit durch Alter, Krankheit und ähnliches (siehe z. B. [8]) ausscheidet. Es ist in diesem Fall auch nicht anzunehmen, dass es sich nur um Extremformen der Häufigkeitsverteilung handelt, wie dies zum Beispiel von *Ollerhead* [6] angenommen wird.

Über die gleichzeitig ablaufenden extraauralen physiologischen Vorgänge können wir aufgrund dieser Untersuchung nichts aussagen. Habituation und Sensibilisierung sind hier rein als Abnehmen oder Zunehmen der Höhe der Lästigkeitseinstufungen zu verstehen.

In diesem Sinne gibt es offensichtlich auch bei gesunden jungen Menschen zwei Gruppen verschiedener Reaktionstypen, die eben einerseits «Habituierten» und andererseits «Sensibilisierern» entsprechen. Besonders interessant erscheint, dass diese Gruppen sich über den ganzen untersuchten Intensitätsbereich, also von Intensitäten der Zweitpegel zwischen 30 und 95 dB, klar verfolgen lassen.

Es wird Aufgabe weiterer Untersuchungen sein, einerseits die daran beteiligten psychischen Faktoren und andererseits die Zusammenhänge mit Habituation und Sensibilisierung physiologischer Vorgänge weiterzuverfolgen.

Zusammenfassung

Es wird über zwei experimentelle Studien berichtet, in denen unter Schallexposition der Verlauf der subjektiven Lärmbelastigung dem der experimentell erzeugten zeitweiligen Hörschwellenverschiebung (TTS) gegenübergestellt worden ist. Je vierzehn normalhörende junge Männer wurden nach einer primären Lärmexposition verschiedenen Kombinationen von Oktavbandrauschen und weissem Rauschen als Zweitpegel ausgesetzt. Die Hörschwellenverschiebungen massen wir mit Hilfe des Maico-Audiometers, die erlebte Lautheit und Lästigkeit der Schalle liessen wir zu denselben Zeiten auf einer Kategorienskala einstuften. Bei den Daten der TTS konnten signifikante Verzögerungen der Hörerholung selbst unter Pegeln, die an sich noch keine TTS erzeugen, nachgewiesen werden. Die Beurteilungen von Lautheit und Lästigkeit bildeten die objektiven TTS-Stufen gut ab. In der ersten Studie zeigten die Mittelwerte der Lästigkeitsskalierungen im weiteren Verlauf der Zweitpegelbelastigung einen Wiederanstieg trotz weiterhin abnehmender TTS.

In der zweiten Studie ergaben die Mittelwerte der Lästigkeitsbeurteilungen im Zeitverlauf wenig Änderungen. Die Einzelverläufe stiegen jedoch bei etwa der Hälfte der Personen an, während sie bei der anderen Hälfte absanken. Dieses Ergebnis wird als Habituation beziehungsweise Sensibilisierung des Lästigkeitserlebens interpretiert.

Summary

Annoyance and Loudness Measurements in Situations of Auditory Fatigue, and their Recovery Functions under Different Sound Exposures

In the course of two experimental studies the individual evaluations of noise annoyance during sound exposure were compared with the experimental auditory fatigue (TTS) and the recovery functions.

In both studies, in fourteen young men with normal hearing capacity, a temporary threshold shift was built up and then the subjects were submitted during the recovery period to different second-noise levels (narrow band noise and white noise). The loudness estimations and the evaluations of noise annoyance were scaled at the same points as TTS was measured. The poststimulatory recovery of hearing was significantly delayed, even at noise levels of 65 and 75 db. The evaluations of loudness and noise annoyance corresponded well with the recovery of hearing.

In the first experiment, the mean values of noise annoyance ratings increased after 16 min of the second noise exposure, in spite of a further decrement of auditory fatigue.

In the second experiment, the mean values of noise annoyance ratings remained almost unchanged during the secondary noise exposure. Regarding individual evaluations, however, the noise annoyance ratings of half of the subjects increased whereas the other half decreased. These results are interpreted as a habituation respectively a sensitization process.

Résumé

Déterminations de l'importunité et de l'intensité sonore dans des situations de fatigue auditive, et leur rétablissement sous différentes expositions au bruit

Au cours de deux études expérimentales, l'évaluation subjective de l'importunité sonore pendant une exposition au bruit a été comparée à un déplacement temporaire du seuil auditif provoqué expérimentalement.

Quatorze jeunes hommes, avec une ouïe normale, ont été soumis après une exposition sonore primaire à différentes combinaisons de bandes d'octave et de bruit blanc en tant que fond sonore secondaire. Le déplacement temporaire du seuil auditif a été mesuré avec un audiomètre de Maico. L'évaluation subjective de la force sonore et de la gêne ainsi provoquée se fit par une échelle de catégorie.

Les résultats des déplacements temporaires du seuil auditif montrent un ralentissement significatif de la période de repos, pour un fond sonore qui, par lui-même, ne provoque pas de déplacement temporaire du seuil auditif.

L'évaluation subjective correspond bien aux résultats du déplacement temporaire du seuil auditif.

Dans la première expérience, l'évaluation de la gêne subjective au cours des bruits de fond montre une augmentation malgré le déplacement temporaire du seuil auditif.

Dans la seconde expérience par contre, l'évaluation de la gêne ne montre, dans l'ensemble, que peu de variations. Pour la moitié des sujets, la graduation traduit une augmentation de la gêne, alors que pour l'autre moitié des sujets une diminution se profile. Ces résultats sont interprétés comme une accoutumance ou une sensibilisation à la gêne provoquée.

Literatur

- [1] Doppler, U., Haider, M., Scheiblechner, H., und Schwetz, F., Experimentelle Hörmüdigung und ihre Rückbildung unter industrieähnlichen schmalbandigen Lärmbedingungen, Mschr. Ohr. Krkhten 107, 6, 245–250 (1974).
- [2] Frankenhäuser, M., Patkai, P., Rissler, A., und Björkqvall, C., Catecholamine excretion, performance and subjective stress. Reports from the psychological laboratories, The University of Stockholm Nr. 219, Dezember 1966.
- [3] Glaser, E. M., Die physiologischen Grundlagen der Gewöhnung, G.-Thieme-Verlag, Stuttgart, 1968.
- [4] Hood, J. D., Observations upon the relationship of loudness discomfort level and auditory fatigue to sound-pressure level and sensation level, Journ. Acoust. Soc. AM. 44/4, 959–964 (1968).
- [5] Jansen, G., Untersuchung über die psychophysiologische Wirkung von Geräuschen mit unterschiedlichem Bedeutungsgelalt, Sozial- und Präventivmedizin 19, 3, 161–167 (1974).
- [6] Ollerhead, I. B., Environmental noise nuisance, Sozial- und Präventivmedizin 19, 3, 169–175 (1974).
- [7] Riach, W., Elliott, D. N., and Redd, J. C., Growth of loudness and its relationship to intensity discrimination under various levels of auditory fatigue, Journ. Acoust. Soc. Am. 34/11, 1764–1767 (1962).
- [8] Sader, M., Schall in unterschiedlicher Funktion: ein phänomenentsprechender Gliederungsversuch störenden Schalls, in: Lautheit und Lärm, Hogrefe-Verlag, Göttingen, 1966.
- [9] Schwetz, F., Donner, R., Langer, G., und Haider, M., Experimentelle Hörmüdigung und ihre Rückbildung unter Ruhe- und Lärmbedingungen, Mschr. f. Ohrenheilk. Laryng. 4, 162–167 (1970).
- [10] Wanner, H. V., et al., Die Belästigung der Anwohner verkehrsreicher Strassen durch Lärm und Luftverunreinigungen, Sozial- und Präventivmedizin, 22, 3, 108–115 (1977).
- [11] Ward, W. D., Glorig, A., and Sklar, D. L., Temporary threshold shift from octave-band noise: application to damagerisk criteria, Journ. Acoust. Soc. Am. 31/4, 522–528 (1959)a.
- [12] Ward, W. D., Glorig, A., and Sklar, D. L., Temporary threshold shift produced by intermittent exposure to noise, Journ. Acoust. Soc. Am. 31/6, 791–794 (1959).
- [13] Ward, W. D., Susceptibility to TTS and PTS, in: Proceedings of the intern. Congress on noise as a public health problem, Wash., DC, 281–292 (1973).
- [14] Winer, B. J., Statistical principles in experimental design, McGraw Hill, New York (1962).

Essaven®

d'effet rapide et sûr
en cas de

**varices
jambes douloureuses et fatiguées
phlébites
entorses et contusions**

Essaven Gel

- * rafraîchit bienfaisant
- * ne colle et ne graisse pas
- * est particulièrement agréable à la peau
- * peut être utilisé sous les bas et pansements

La combinaison d'Essaven Gel avec les capsules Essaven accélère l'amélioration des maux de jambes.



En pharmacies.

NATTERMANN