Zeitschrift: Jahrbuch der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Annuaire de la Société Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 158 (1978)

Artikel: Die Wirkungen des Strassenverkehrslärms : Grundlagen für Massnahmen und Planung

Autor: Wehrli, Birgit / Grandjean, Etienne

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-90750

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die Wirkungen des Strassenverkehrslärms: Grundlagen für Massnahmen und Planung

Brigit Wehrli und Etienne Grandjean

Zusammenhänge zwischen Lärm und Gesundheit

Die wichtigsten Wirkungen des Strassenverkehrslärms sind:
- Schlafstörungen
- Beeinträchtigung geistiger Arbeiten durch die Ablenkung und Störung der Konzentration
- Störung der Sprachverständlichkeit
- Beeinträchtigung vieler Freizeittätigkeiten einschliesslich Ruhe und Erholung.

Aus medizinischer Sicht muss den Schlafstörungen eine besondere Bedeutung für die Gesundheit beigemessen werden: Die Aufeinanderfolge von Beanspruchung am Tag und Wiederherstellung der Kräfte während der Nacht ist eine für die Erhaltung des Lebens notwendige Voraussetzung. Während im Schlaf optische Reize durch den Lidschluss weitgehend ausgeschlossen werden können, wird das Gehör nur wenig eingeschränkt; es behält auch im Schlaf seine Funktion als Alarmanlage.

Man unterscheidet einen tiefen und einen leichten Schlaf; letzterer wird auch Dämmerschlaf genannt. Geräusche wecken den Menschen entweder ganz oder verwandeln den tiefen Schlaf in einen leichten. Man kann diese Reaktion als «innerliche Aufweckung» bezeichnen, bei welcher der Schläfer vom Tiefschlaf in ein Stadium oberflächlichen Schlafes versetzt wird. Durch übermässigen Lärm wird somit der Schlaf sowohl quantitativ als auch qualitativ eingeschränkt.

Die oben aufgezählten Lärmwirkungen werden vielfach nicht einzeln als besondere Beeinträchtigung wahrgenommen, sondern vielmehr als allgemeine Belästigung und Störung erlebt. Die meisten Menschen scheinen eine Summation aller erlebten Lärmwirkungen zu vollziehen und diese als Belästigung oder Störung zu bezeichnen.

Die durch den Lärm bedingten Belästigungen oder Störungen sind nicht nur wegen ihrer Verbreitung, sondern vor allem, weil sie die Summation aller bewussten und unbewussten Wirkungen darstellen, die wichtigsten aller Lärmwirkungen. Der Belästigung kommt deshalb für die Beurteilung des Lärms die grösste Bedeutung zu; sie muss das entscheidende Kriterium bei der Beurteilung von Lärmwirkungen, bei der Entwicklung von technischen und bei der Festlegung von behördlichen Massnahmen sein.

Nach der Definition der Weltgesundheitsorganisation ist die Gesundheit ein Zustand körperlichen und seelischen Wohlbefindens. Wenn wir diese Definition annehmen, dann müssen häufige Schlafstörungen, Behinderungen der Erholung und schwere Störungen der privaten Wohnsphäre durch übermässigen Lärm als Beeinträchtigungen des Wohlbefindens und der Gesundheit bezeichnet werden.

Im Falle der Lärmwirkungen ist der Übergang von Wohlbefinden zur Krankheit fliessend. Wie aus der Abbildung 1 ersichtlich ist, sind Störung und Belästigung im Vorfeld krankhafter Zustände situiert. Sie können als Warnsignale gewertet werden, die den Menschen veranlassen sollen, sich der Lärmbelastung zu entziehen, um gesundheitsschädliche Wirkungen zu verhindern.

Einzelne «Alarmierungen» des Gehirns durch Lärm, die vereinzelte Weckwirkungen oder Ruhestörungen verursachen, sind sicherlich als physiologische Vorgänge zu bezeichnen. Die Alarmreaktion ist an und für sich eine physiologische Reaktion, die letzten Endes eine Schutzfunktion zur Erhaltung des Lebens hat. Nimmt die Häufigkeit der «Alarmierungen» jedoch so stark zu, dass die lebensnotwendigen Erholungsvorgänge beeinträchtigt werden, dann wird das physiologische Gleichgewicht des Organismus gestört, und ein allmähliches Auftreten chronischer Ermüdungszustände ist zu erwarten.

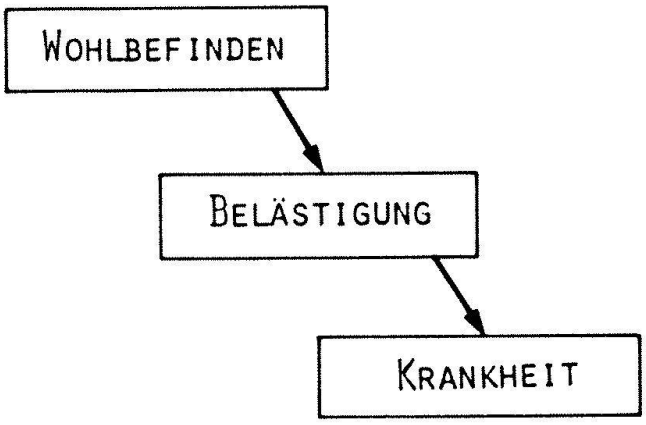

Abb. 1. Die Belästigung liegt zwischen «Wohlbefinden» und «Krankheit»; sie kann als Warnsignal schädlicher Wirkungen aufgefasst werden.

Diese Zustände sind gekennzeichnet durch häufige Ermüdungsempfindungen, Nervosität und Reizbarkeit sowie durch eine ganz allgemeine Abnahme der Vitalität, verbunden mit verschiedenen Unlustgefühlen.

Empfundene Störung durch Lärm

Nicht jeder wahrgenommene Lärmreiz wird auch gleichzeitig als stark störend oder belästigend empfunden, sondern das Ausmass an subjektiv empfundener Störung ist von zwei völlig verschiedenen Einflussbereichen bestimmt: – von der Natur der Geräusche (akustisch-physikalische Variablen), – vom individuellen Bezugssystem (psychophysiologische Variablen). In der Abbildung 2 sind diese beiden Gruppen von Einflussgrössen zusammengestellt.

Von grosser Bedeutung für das Ausmass der empfundenen Störung sind die psychophysiologischen Variablen. Im individuellen Bezugssystem wird der Reiz bewertet und verarbeitet: Reizdeutung und Reizverarbeitung stehen in einem engen Zusammenhang mit den Dispositionen und Intentionen des betroffenen Individuums, wie auch mit dem Platz, den die Lärmquelle in seinem individuellen Wertsystem einnimmt.

Um also die direkte Abhängigkeit der empfundenen Störung einer betroffenen Bevölkerung von der messbaren Lärmbelastung bestimmen zu können, müssen die verschiedenen reizunabhängigen Einflussfaktoren nach Möglichkeit erfasst werden können.

Reizunabhängige Einflüsse auf das Ausmass der Störung

Reizunabhängige Einflüsse auf die Reizbewertung und somit auf das Ausmass der empfundenen Störung sind zu finden:

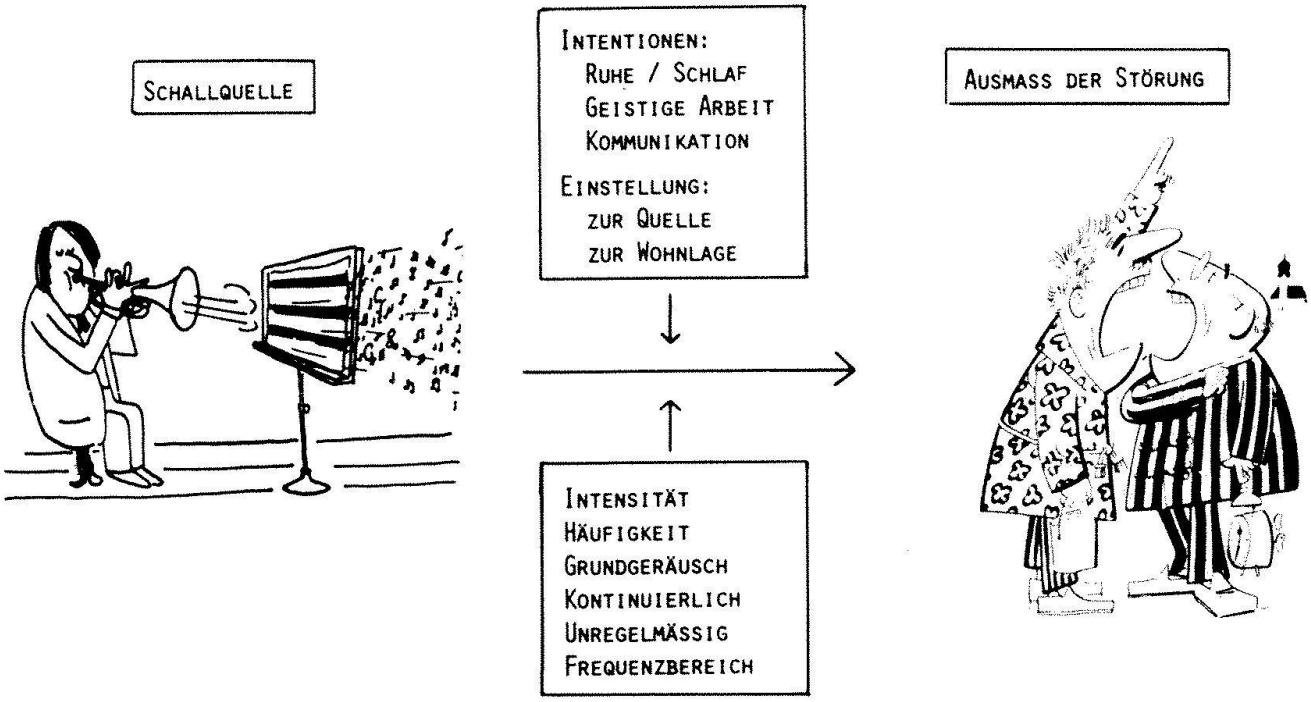

Abb. 2. Die wichtigsten Faktoren, welche das Ausmass der empfundenen Störung durch Lärm beeinflussen.

Im individuellen Bereich:
Individuelle Prädisposition wie Alter, Gesundheitszustand und allgemeine physisch-psychische Konstitution. Hypothese: Je schlechter die allgemeine physisch-psychische Konstitution, um so empfindlicher die Reaktion auf Lärm.
Intentionen und Dispositionen der Betroffenen, die sich aus ihrem individuellen Lebensrhythmus ergeben (Ruhe-, Schlaf-, Kommunikations-, Konzentrationsbedürfnis). Hypothese: Je mehr Intentionen durch Lärm gestört oder verunmöglicht werden, um so störender wird der Lärm empfunden.
Das individuelle Bezugssystem, im besonderen die Einstellung zum Verkehr.
Hypothese: Je negativer die Einstellung zum Auto und zum Verkehr überhaupt, um so empfindlicher die Reaktion auf den Lärm.

Im kontextuellen Bereich:
Beziehung zur räumlichen Umwelt, zur eigenen Wohnumgebung, zur Qualität der Wohnumgebung, zum Grad der Wohnzufriedenheit.
Hypothese: je grösser die Wohnzufriedenheit, um so geringer die Lärmempfindlichkeit.
Bedeutung des Verkehrs für die Betroffenen (Zubringerverkehr oder Durchgangsverkehr: Funktionalität des Verkehrs).
Hypothese: Je funktionaler der Verkehr für den Anwohner, um so weniger empfindlich die Reaktion auf den Lärm.
Zentralität der Wohnlage (städtische Lage gegenüber ruhiger Wohnlage an der Peripherie der Stadt oder in ländlichem Kontext).
Hypothese: Je zentraler die Wohnlage, um so weniger empfindlich die Reaktion auf den Lärm.

Belästigung durch Strassenverkehrslärm als Grundlage für die Festsetzung von Grenzwerten.

Um die Zusammenhänge zwischen Lärm und dem Ausmass an subjektiver Störung unter Berücksichtigung der reizfremden Einflussvariablen zu klären, hat das Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie eine empirische Untersuchung durchgeführt (Wehrli et al. 1979).
Um Aussagen über den Zusammenhang zwischen Aussenlärm und subjektiv empfundener Störung zu erhalten, wurden an insgesamt 28 Meßstellen in der Stadt Zürich sowie in zwei Landgemeinden die Aussenlärmpegel (äquivalenter Dauerschallpegel L_{eq} während 24 Stunden) gemessen und die Anwohner über ihre empfundene Störung befragt.
In Abbildung 3 ist der Zusammenhang zwischen der Lärmintensität und dem Ausmass

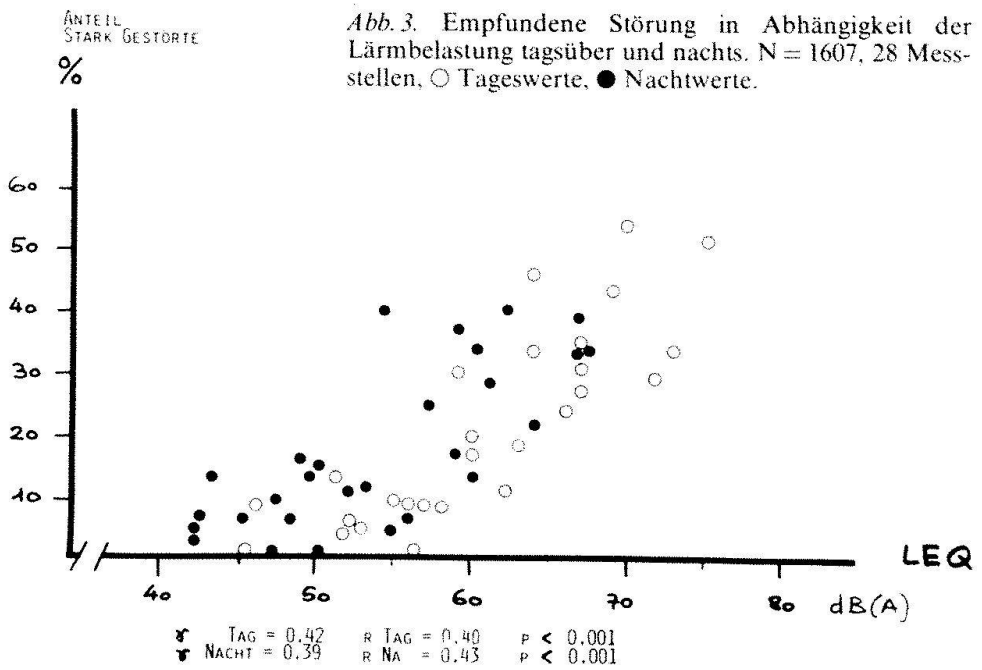

Abb. 3. Empfundene Störung in Abhängigkeit der Lärmbelastung tagsüber und nachts. N = 1607, 28 Messstellen, ○ Tageswerte, ● Nachtwerte.

an Störung – ausgedrückt im Anteil «stark Gestörter» dargestellt. Die hellen Punkte stellen den Zusammenhang zwischen Lärm und Störung tagsüber, die dunklen während der Nacht dar.
Es zeigt sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen Lärm und Ausmass der Störung: je stärker die Lärmbelastung, um so grösser das Ausmass der Störung. Interessant ist der Vergleich zwischen den Tages- und den Nachtwerten: im unteren Lärmbereich sind die Leute nachts deutlich mehr gestört als tagsüber; mit zunehmendem Lärmpegel verschwindet aber diese Differenz.
Gemäss Entwurf zum neuen Umweltschutzgesetz (Februar 1978) liegt die kritische Grenze der Lärmbelastung in dem Bereich, in dem mehr als 25% der Betroffenen stark gestört sind. Im Entwurf heisst es: «Lärm ist dann zumutbar, wenn sich erfahrungsgemäss nicht mehr als ein Viertel einer repräsentativen Bevölkerungsgruppe unter ähnlichen Verhältnissen gestört fühlt».
In Tabelle 1 sind die Ergebnisse aus Abbildung 3 nach Lärmklassen zusammengefasst. Es zeigt sich tagsüber bei 60 dB(A) ein deutlicher Anstieg der stark Gestörten von 9% auf 27%.

Tab. 1. Empfundene Störung klassiert in Abhängigkeit von der Lärmbelastung

Lärmbelastung in dB(A)	Anzahl Befragte pro Lärmklasse		Anteil «stark Gestörter»	
L_{eq}-Werte	L_{eq} Tag	L_{eq} Nacht	tagsüber %	nachts %
< 50	–	617	0	6
50–55	262	168	5	12
55–60	435	335	9	24
60–65	168	304	27	26
65–70	559	183	37	34
70–75	183	–	38	–
Total	1607	1607		

Nachts sind zwei Schwellen zu erkennen, die eine bei 50 dB(A) mit einem Anstieg von 6% auf 12% stark Gestörte, die andere bei 55 dB(A) mit einem Sprung von 12% auf 24%. Die kritische Grenze des Zumutbaren wäre somit tagsüber bei etwa 60 dB(A), nachts bei etwa 55 dB(A) zu finden.
Entscheidend sind neben dem Ausmass der Störung auch die Inhalte dieser Störung, die konkreten Interferenzen mit beabsichtigten Tätigkeiten, die dann zum eigentlichen Störungsempfinden führen. Die wichtigsten Störungen in der Nacht sind in Abbildung 4 dargestellt.

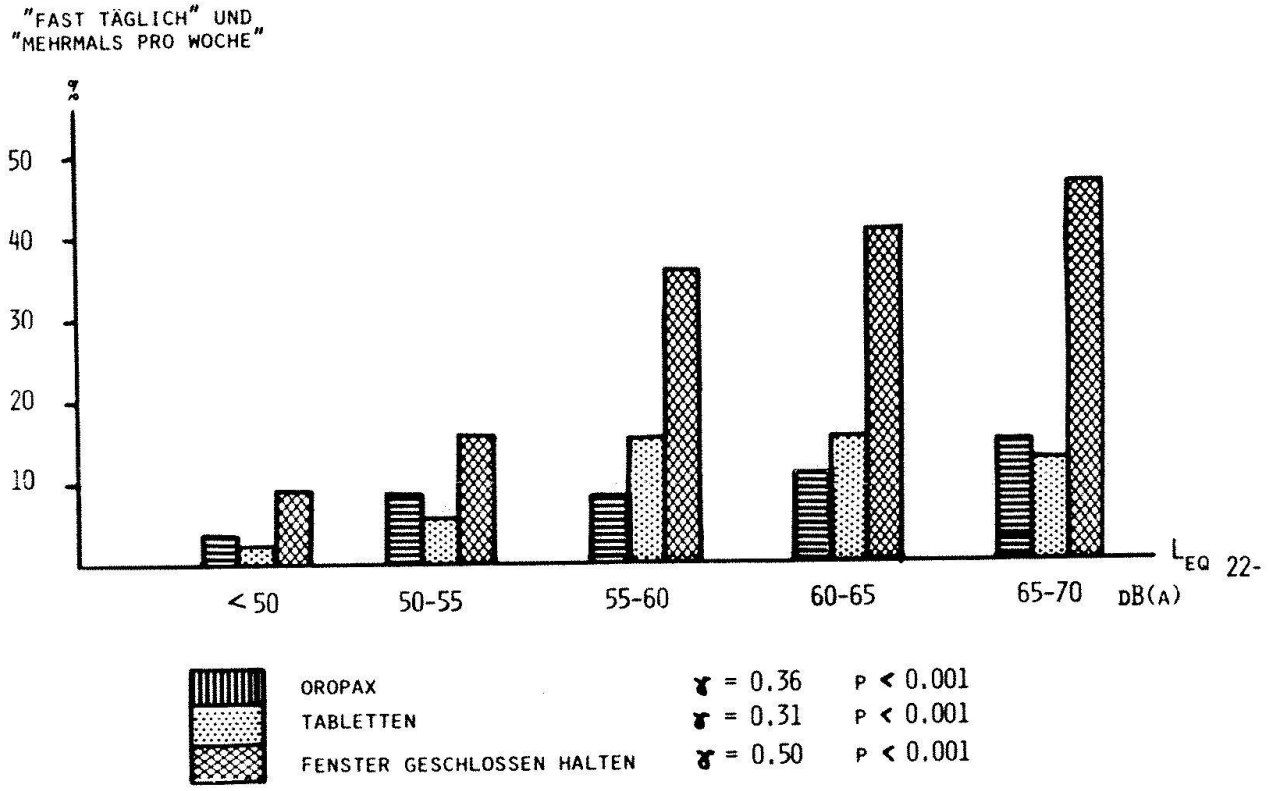

Abb. 4. Auswirkungen des Verkehrslärms in der Nacht N = 1607.

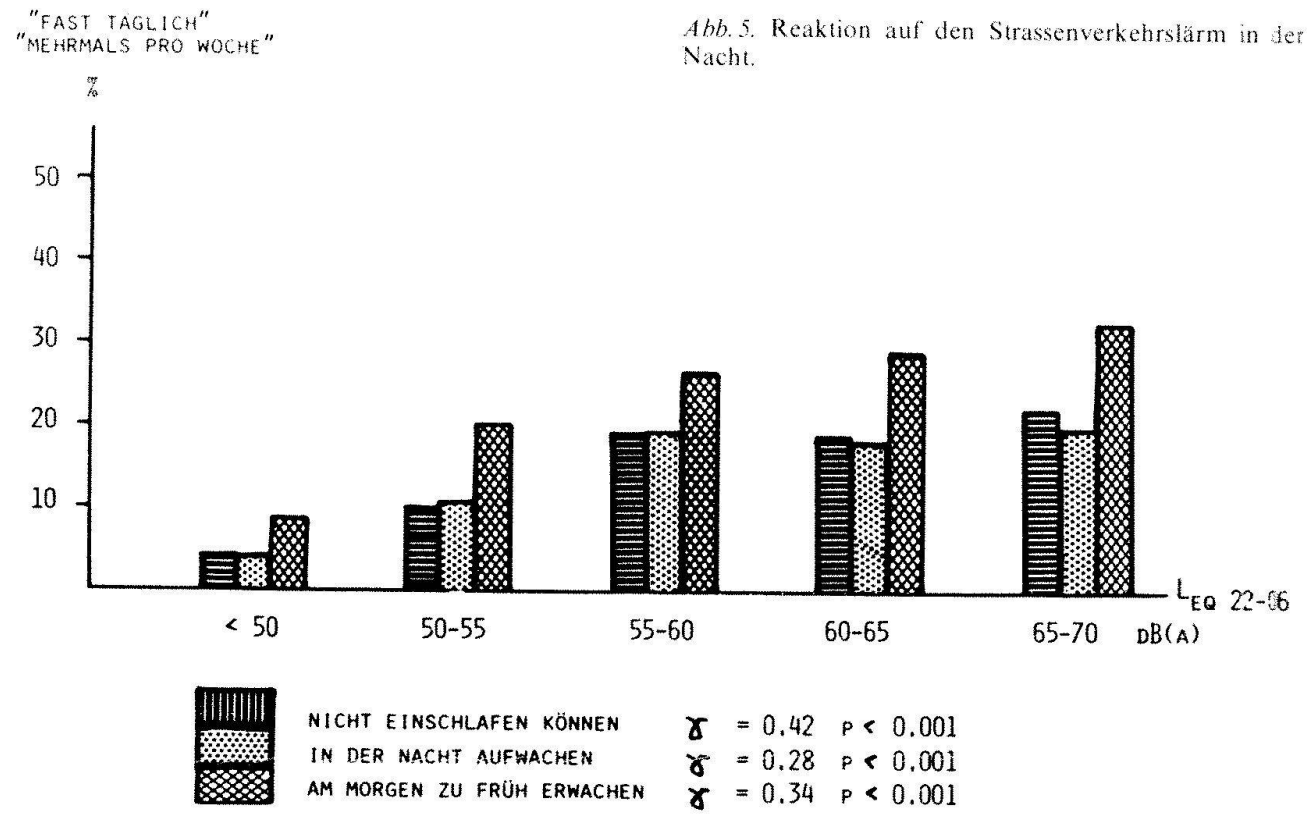

Abb. 5. Reaktion auf den Strassenverkehrslärm in der Nacht.

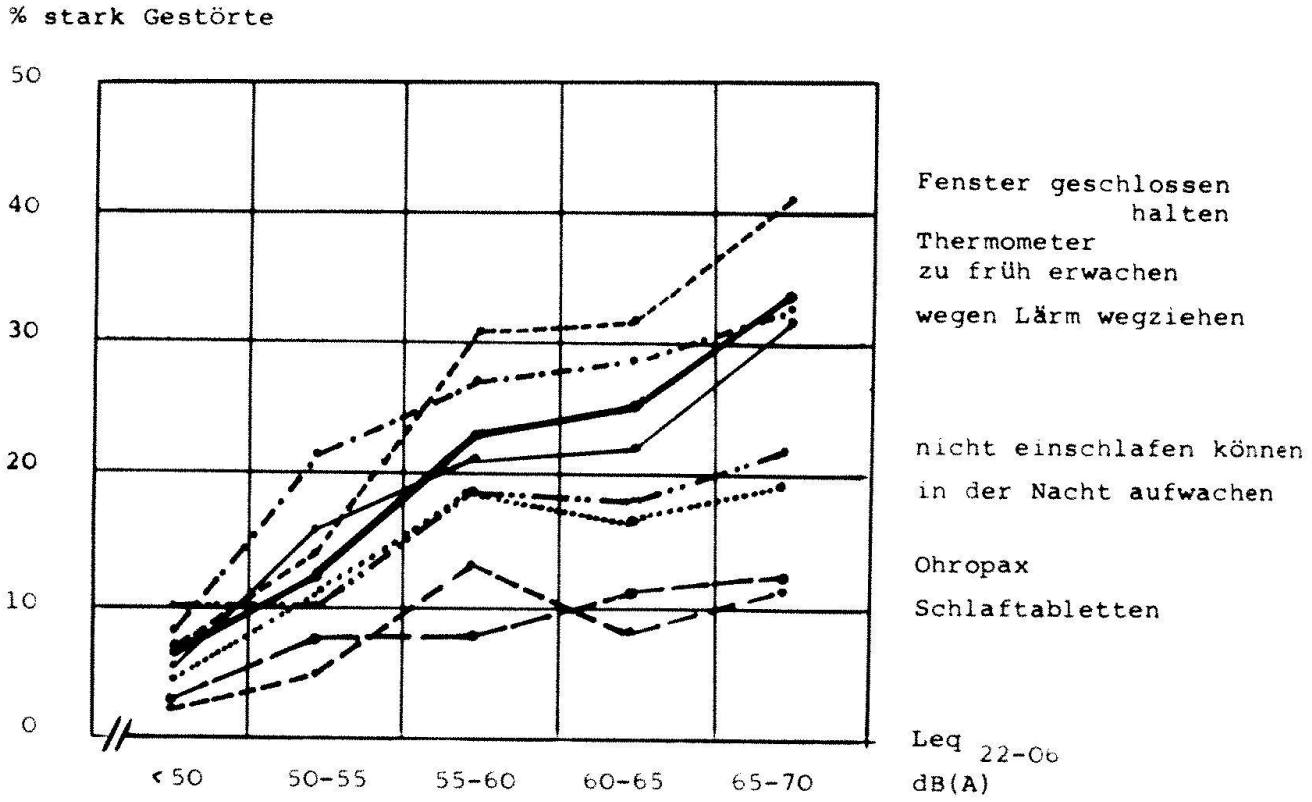

Abb. 6. Störwirkungen und Reaktionen in der Nacht.

Die häufigste Störung ist das «am Morgen zu früh erwachen». Im kritischen Bereich von 55-60 dB(A) sind es bereits 27%, die fast täglich oder zumindest mehrmals wöchentlich am Morgen zu früh erwachen. 19% wachen während der Nacht auf und weitere 19% können abends wegen Lärm nicht einschlafen. Die häufigen Störungen beim Er-

wachen decken sich mit der Tatsache, dass die Zeit von 06–08 h die am meisten gestörte Tageszeit darstellt. An zweiter Stelle wird in der Regel der Tag (08–19 h) und erst an dritter der frühe Abend (19–22 h) oder die Einschlafzeit (22–24 h) als meistgestört genannt.

Die nächtlichen Störungen führen nun zu verschiedenen Reaktionen, die in Abbildung 5 dargestellt sind.

Die weitaus häufigste Reaktion ist das Geschlossenhalten der Fenster: im Bereich 55–60 dB(A) halten bereits 31% fast täglich oder mehrmals pro Woche in der Nacht das Fenster wegen des Lärms geschlossen. Dennoch nehmen mit zunehmender Lärmbelastung immer mehr Befragte Ohropax oder Schlaftabletten. Im Grenzbereich von 55–60 dB(A) nehmen 8% Ohropax und 14% Schlaftabletten.

Vergleicht man die verschiedenen Störwirkungen und Reaktionen in Abhängigkeit der Lärmbelastung miteinander, so ergibt sich das in Abbildung 6 dargestellte Bild.

Interessant ist neben den bereits bekannten Reaktionen die Absicht, wegen des Lärms aus der Wohnung ausziehen zu wollen. Sie verläuft ziemlich parallel mit der durch ein Thermometer erfassten allgemeinen Störung. Dies zeigt wiederum deutlich die Ernsthaftigkeit dieser allgemeinen Störung als Indikator für reduziertes Wohlbefinden.

Ausserdem hat die Lärmbelastung auch Auswirkungen auf die allgemeine Wohnzufriedenheit: Die Befragten hatten ihre Wohnzufriedenheit in einem Polariätenprofil auszudrücken, d.h. sie hatten ihre Wohnumgebung anhand von 14 gegensätzlichen Eigenschaftswörtern zu qualifizieren.

Vergleicht man in Abbildung 7 die subjekti-

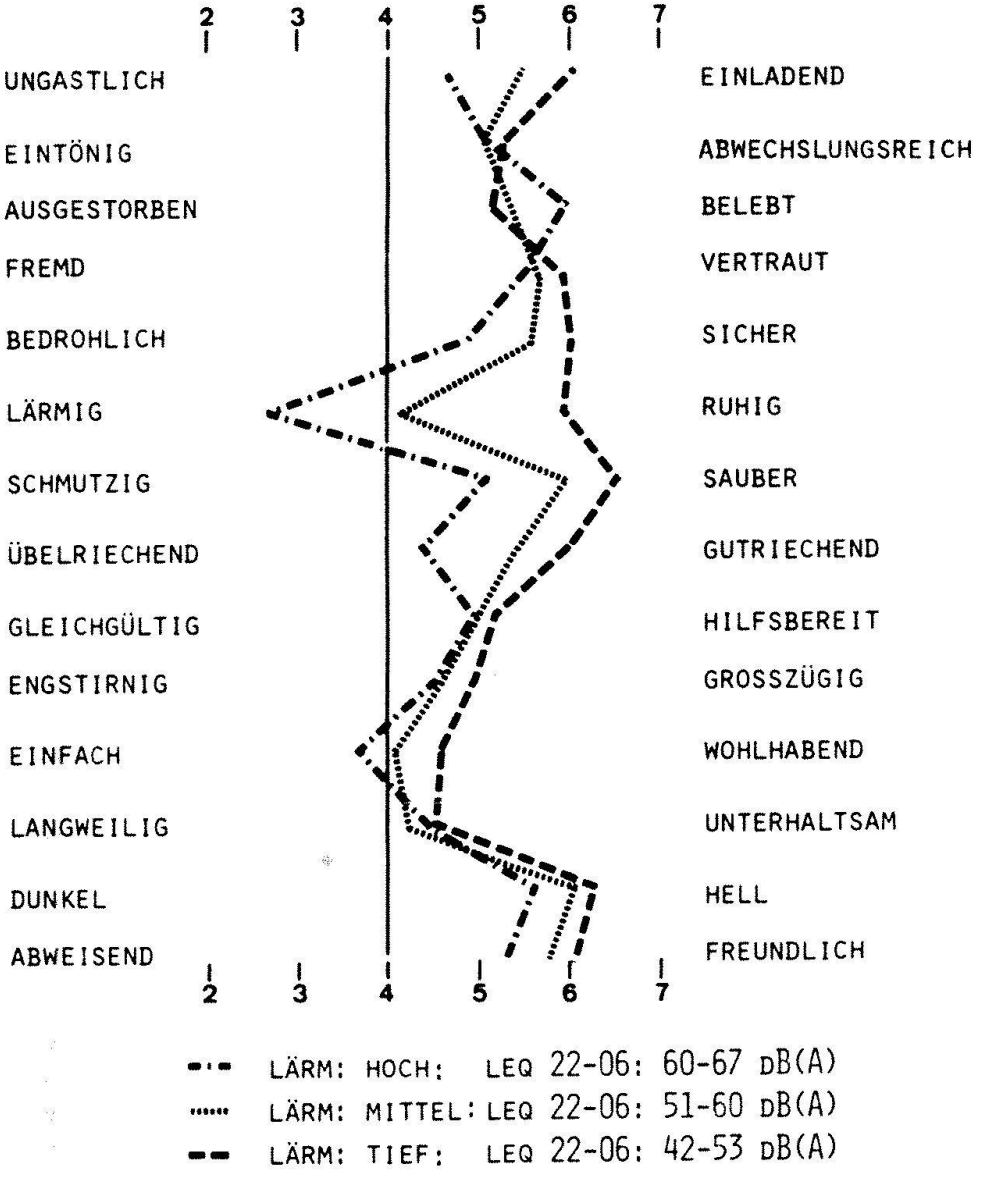

Abb. 7. Beurteilung der eigenen Wohnumgebung nach Lärmbelastung. N hoch: 809, N mittel: 413, N tief: 385.

ve Wohnzufriedenheit nach Untersuchungsgebieten mit unterschiedlicher Lärmbelastung, so zeigen sich deutliche Differenzen in der Beurteilung:
Die Befragten mit einer Lärmbelastung von mehr als 60 dB(A) in der Nacht beurteilten ihre Wohnumgebung in den meisten Punkten signifikant schlechter als die Bewohner ruhiger Wohngebiete.

Tab. 2. Lärmimmissionen und Wohnqualität

Lärmbelastung (L_{eq}) tagsüber (06–22h) dB (A)	nachts (22–06h) dB (A)	Wohnqualität
<55	<45	ruhige Wohnzone, Erholen
55–60	45–55	mittlere Lärmbelastung
61–65	56–60	hohe Lärmbelastung, Massnahmen notwendig
>65	>60	sehr hohe Lärmbelastung, zum Wohnen nicht mehr zumutbar

Schlussfolgerungen und Möglichkeiten für Massnahmen

Aus den Resultaten unserer Untersuchungen lassen sich für Wohngebiete folgende Bewertungen ableiten:

Zusammenfassend führt dies zu einem Immissionsgrenzwertvorschlag für den Wohnbereich von 50–55 dB(A) nachts und 60 dB(A) am Tag. Für das Wohnen und Arbeiten an Hauptstrassen müsste der

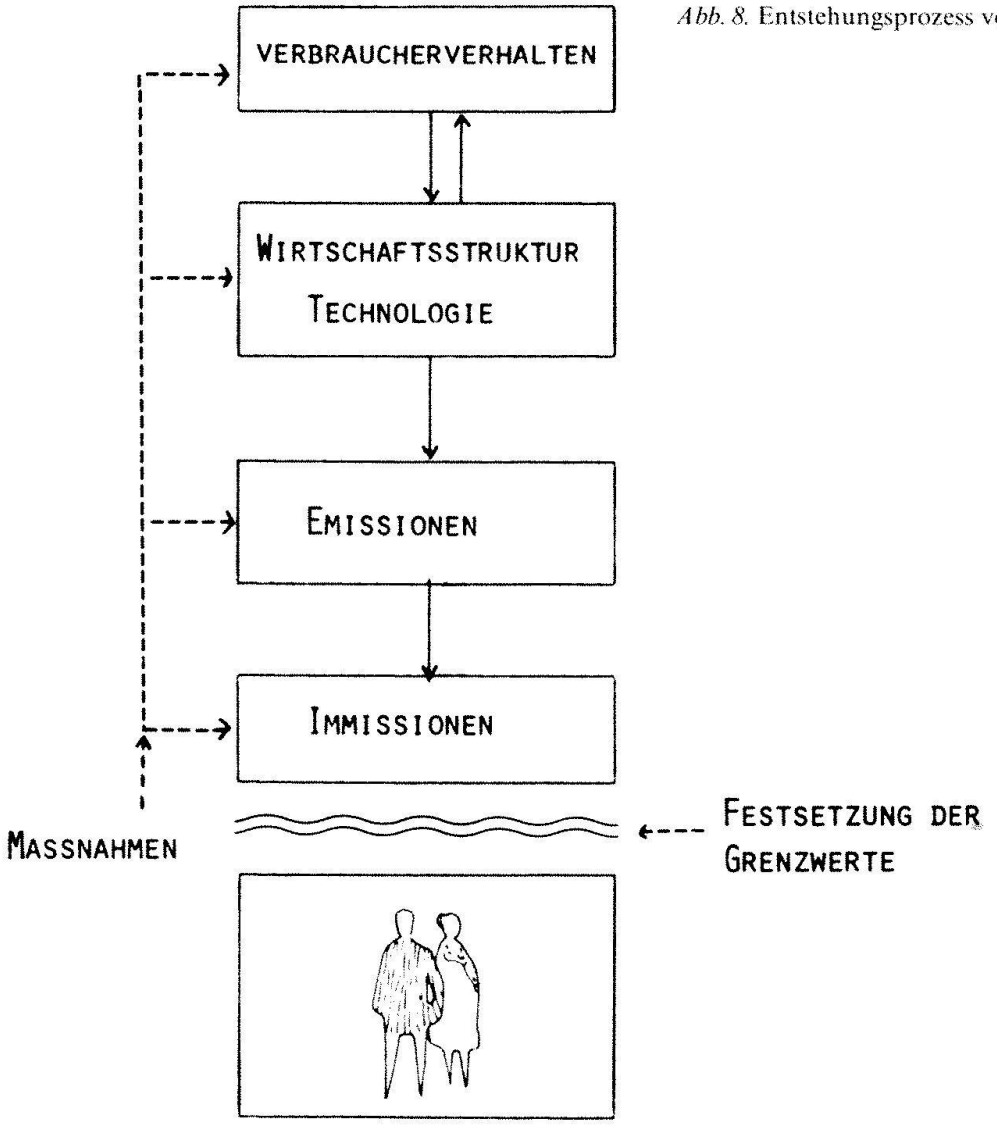

Abb. 8. Entstehungsprozess von Lärmimmissionen.

Tab. 3. Massnahmen zur Lärmverminderung: Wirkung und Durchführbarkeit

Massnahmen zur Lärmverminderung	Wirkung auf: Lärm-belastung	Verkehrs-menge	Gefahren	Wohnlich-keit	Kosten	Durchführ-barkeit
Aktive Massnahmen (Lärmverminderung)						
Siedlungsplanung (Verkehrsarme Wohngebiete, Kanalisierung)	+	+	+	+	tief	Nur langfristig
Beeinflussung des Fahrverhaltens (weniger und ruhiger fahren)	+	+	+	+	tief	schlecht
Emissionsreduktion bei den Fahrzeugen (Motoren, Abkapselung)	+	0	0	0	hoch	schlecht
Passive Massnahmen (Lärmschutzmassnahmen)						
Organisatorische Verkehrsmassnahmen (Verkehrsregelung, Teil-Verbote, Schwellen)	+	+/0	+	+	tief	gut
Bauliche Massnahmen an Verkehrswegen (Schallschutzwände, Dämme etc.)	+/0	0	0	–	hoch	gut
Bauliche Massnahmen an Gebäuden (Schallschutzfenster)	0/+	0	0	0	hoch	gut

Grenzwert auf 55 dB(A) nachts und 65 dB(A) tagsüber erhöht werden.
Die Festsetzung von Immissionsgrenzwerten ist nur dann sinnvoll, wenn sie auch eingehalten werden. Dies ist nicht zuletzt ein finanzielles Problem. Man muss sich also die Frage stellen, wo man mit welchen Massnahmen am sinnvollsten ansetzen kann.
In Abbildung 8 ist die Entstehung von Lärmimmissionen schematisch dargestellt: Aus der engen Interdependenz zwischen Wirtschaftsstruktur und Verbraucherverhalten, verbunden mit einem bestimmten Stand an Technologie, wird das Ausmass an Emissionen produziert, das für die Festsetzung von Grenzwerten als den Menschen belästigende Immissionen gemessen wird.
Die Gefahr besteht nun, dass für Massnahmen von einer bestehenden Gesamtsumme von Immissionen ausgegangen wird und lediglich passive Schutzmassnahmen vorgeschrieben werden, statt dass tatsächlich das Mass an Immissionen, resp. Emissionen reduziert wird. Dazu sollte nach dem Verursacherprinzip auf jeder Stufe des Entstehungsprozesses eingegriffen werden: auf der Ebene der Verbraucher, der Wirtschaft, der Technologie und der Emissionen.

In Tabelle 3 ist ein Katalog möglicher Massnahmen zusammengestellt.
Es muss dabei primär zwischen aktiven, d.h. lärmreduzierenden und passiven, d.h. schützenden Massnahmen unterschieden werden.

Vergleicht man die Massnahmen hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Reduktion der Lärmbelastung, die Reduktion der Verkehrsmenge, der Gefahren sowie auf die Verbesserung der Wohnlichkeit, so sind es die aktiven und zwar vor allem die planerischen Massnahmen, die die besten Resultate liefern. Ebenfalls vielfältige positive Auswirkungen hätte eine vermehrte Beeinflussung des Fahrverhaltens: mit ruhigerem Fahren lassen sich die Lärmpegel bis zu 7 dB(A) reduzieren, die Spitzen sogar noch mehr.
Verschärfte Vorschriften bei den Fahrzeugen könnten bei PW zu einer Emissionsreduktion von 3–5 dB(A), bei LKW von 6–10 dB(A) führen.
Berücksichtigt man beim Vergleich aber auch noch die Kosten und die politische Durchführbarkeit so zeigt sich, dass alle diese Massnahmen nur schwer realisierbar sind. Auf lange Sicht ist eine bessere Siedlungsplanung unzweifelhaft die optimale Lösung,

kurzfristig jedoch müssen noch andere Massnahmen getroffen werden. Dies sind gegenwärtig vor allem die passiven Schutzmassnahmen. Sie sind politisch durchführbar, obwohl sie meist teuer sind und eine bestimmte Immissionssituation eher stabilisieren statt sanieren. Von den Schutzmassnahmen sind die organisatorischen Massnahmen (Verkehrsumleitung, Verbote, etc.) am besten zu beurteilen, da sie bei geschicktem Einsatz weitere positive Auswirkungen haben als lediglich Schallschutz. Schallschutzwände und Fenster sollten nur dann eingesetzt werden, wenn gar keine anderen Sanierungsmöglichkeiten vorhanden sind.

Obwohl man auch auf der Ebene der Immissionsreduktion Massnahmen kennt, werden diese aus politischen oder wirtschaftlichen Gründen zu wenig angewandt. Man beschränkt sich darauf, reaktiv zu sein und lediglich Schutzmassnahmen zu ergreifen, die wohl die Lärmbelastung im unmittelbaren Wohnbereich etwas verringern, die eigentliche Wohnqualität aber überhaupt nicht verbessern.

Dem Eidg. Amt für Umweltschutz danken wir für die gewährte Unterstützung und Beratung.

Literatur

Wehrli B., Nemecek J., Turrian V., Hofmann R., Wanner H.U. 1979: Auswirkungen des Strassenverkehrslärms in der Nacht, EDMZ Bern.

Eidg. Departement des Innern: Entwurf zu einem Bundesgesetz über den Umweltschutz, Bern, Februar 1978.

Anschrift der Verfasser:

Brigit Wehrli, lic. phil. I
Prof. Dr. Etienne Grandjean
Institut für Hygiene und
Arbeitsphysiologie
ETH-Zentrum
CH-8092 Zürich