

IV Aktuelle arbeitsmedizinische Forschungsarbeiten Recherches en cours en matière de médecine du travail

Industrie- und Gewerbelärm

St. Gyr und E. Grandjean

Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie der Eidgenössischen Technischen Hochschule, ETH-Zentrum, 8092 Zürich

1. Einleitung

Über die Auswirkungen von Industrie- und Gewerbelärm auf den Menschen liegen bis heute keine systematischen Untersuchungen vor. Wir wissen lediglich aus Berichten von Arbeitsinspektoraten und Gerichten, dass Industrie- und Gewerbelärm häufig zu Klagen und offensichtlich gelegentlich zu untragbaren Störungen in der Nachbarschaft Anlass geben.

Im vorliegenden Bericht werden einige Resultate einer kürzlich durchgeführten systematischen Untersuchung über die Auswirkungen von Industrie- und Gewerbelärm auf den Menschen aufgezeigt.

2. Methode

In der Umgebung von fünf Betrieben (in verschiedenen Ortschaften der Schweiz) wurde der Lärm gemessen und mittels schriftlicher Befragung (Fragebogen) die Auswirkungen desselben auf die dort wohnenden Menschen erfasst.

Insgesamt konnten die Fragebogenantworten von 1498 Personen ausgewertet werden. Die Lärmmessungen wurden im Sommer 1980 im Anschluss an die Befragungen durchgeführt. Die Messpunkte lagen im Freien in der Nähe von Wohnhäusern oder auf Balkonen. Gemessen wurde der L_{eq} (Schallpegel der durchschnittlichen Schallintensität) in dB(A) des gesamten Lärms für eine Messzeit von 1000 Sekunden; an den meisten Messpunkten wurde der L_{eq} wiederholt gemessen (an verschiedenen Tagen, am gleichen Tag) und daraus ein mittlerer L_{eq} bestimmt.

Der gesamte Lärm setzt sich zusammen aus Betriebslärm (Tab. 1) und Nichtbetriebslärm (vor allem Strassenverkehrslärm). In allen fünf Untersuchungsgebieten wurde der gesamte Lärm tagsüber (Zeitraum

zwischen 7 und 19 Uhr) gemessen; in den drei Untersuchungsgebieten mit den «Rund-um-die-Uhr»-Betrieben wurde der gesamte Lärm auch nachts (Zeitraum zwischen 22 und 7 Uhr) gemessen. Der L_{eq} für den Betriebslärm allein konnte direkt gemessen werden,

Betrieb	Betriebslärm	n
Beton-elementwerk (Baugewerbe)	Tritt zeitlich stochastisch verteilt auf und wird tagsüber (Montag bis Freitag) verursacht durch Schwerverkehr und nachmittags zusätzlich durch Vibrationstische, auf denen Fertigbauelemente aus Beton hergestellt werden.	67
Hammerwerk (Schmiedebetriebe)	Tagsüber (Montag bis Freitag) zeitlich stochastisch verteilter Impulslärm, verursacht durch Hammeranlagen.	365
Holzspanplattenwerk	Rund um die Uhr (an allen sieben Wochentagen) durchwegs vorhandener Grundlärm, verursacht durch Produktions- und Ventilationsanlagen; tagsüber zusätzlich zeitlich stochastisch verteilter Lärm, verursacht durch Schwerverkehr und (Umschlags)-Arbeiten auf dem Werkhof.	143
Holzfasersplattenwerk und Papierfabrik	Rund um die Uhr (Montag bis Samstagmittag) durchwegs vorhandener Grundlärm, verursacht durch Produktions- und Ventilationsanlagen.	369
Stahlwerk	Rund um die Uhr (an allen sieben Wochentagen) durchwegs vorhandener Grundlärm, verursacht durch Ventilationsanlagen und zeitlich stochastisch verteilter Lärm, verursacht durch Einfüllen und Einschmelzen von Schrott in Öfen.	554

Tab. 1. Untersuchte Betriebe, deren Betriebslärm, und Anzahl (n) Personen, deren Fragebogenantworten ausgewertet werden konnten

wenn keine Nichtbetriebslärm einflüsse vorhanden waren, oder musste – wenn Nichtbetriebslärm einflüsse vorhanden waren – aus mittleren Häufigkeiten und Lärmspitzen von Betriebslärmereignissen ermittelt werden. Aufgrund des Betriebslärms wurden die Untersuchungsgebiete in Zonen aufgeteilt, die sich bezüglich des mittleren Betriebslärms voneinander unterscheiden.

3. Resultate

3.1 Betriebslärm – Nichtbetriebslärm

Die Lärmbelastungen in den verschiedenen Zonen sind in den Abbildungen 1 und 2 aufgeführt. Tagsüber zeigen sich folgende Unterschiede zwischen Betriebslärm und Nichtbetriebslärm (Abb. 1):

- unterhalb 50 dB(A) sind die Differenzen eindeutig grösser als über 50 dB(A),
- unterhalb 50 dB(A) ist der Betriebslärm in allen Zonen kleiner als der Nichtbetriebslärm.

Nachts machen sich Einflüsse von Nichtbetriebslärm vor allem in Zonen mit kleinerem Betriebslärm bemerkbar (Abb. 2).

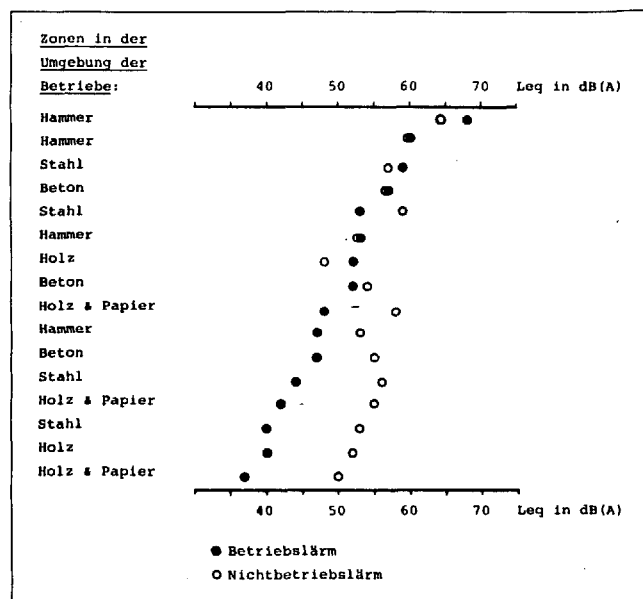


Abb. 1. L_{eq} -Werte tagsüber für den Betriebslärm und den Nichtbetriebslärm (Differenz zwischen gesamtem Lärm und Betriebslärm) in den insgesamt 16 Zonen in der Umgebung der fünf Betriebe (vgl. Tab. 1). Die Zonen sind geordnet nach zunehmender Betriebslärm-Belastung

3.2 Betriebslärm-Belastung und empfundene Störung

Die empfundene Störung wurde mit einer elfstufigen (0–10) Thermometerskala erfasst. Abbildung 3 zeigt, dass tagsüber für Betriebslärm-Belastungen bis 50 dB(A) die Anteile an stark gestörten Personen zwischen 4 und 7% liegen und für Betriebslärm-Belastungen von mehr als 50 dB(A) zwischen 23 und 52%. Das heisst: Ab Betriebslärm-Belastungen von mehr als 50 dB(A) nehmen die Anteile an stark gestörten Personen mit den Betriebslärm-Belastungen deutlich zu.

Nachts (Abb. 4) beträgt für Betriebslärm-Belastungen bis 40 dB(A) der Anteil an stark gestörten Personen 9%, und für Betriebslärm-Belastungen von mehr als 40 dB(A) liegen die Anteile zwischen 20 und 47%.

Das heisst: Bereits ab einer Betriebslärm-Belastung von mehr als 40 dB(A) nimmt der Anteil an stark gestörten Personen deutlich zu.

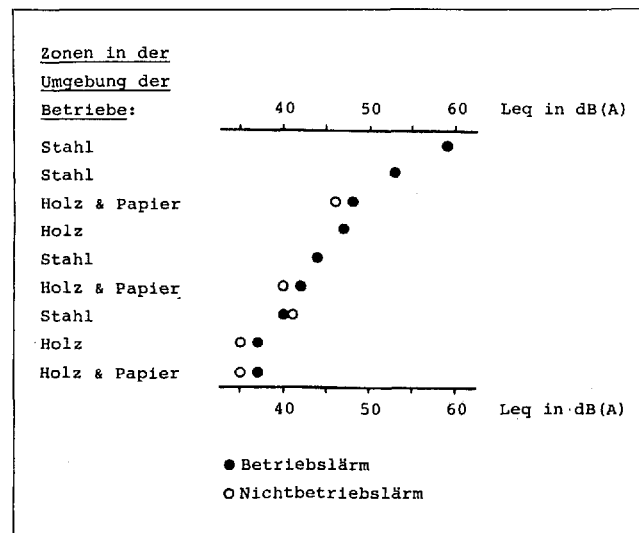


Abb. 2. L_{eq} -Werte nachts für den Betriebslärm und den Nichtbetriebslärm (sofern angebar) in den insgesamt 9 Zonen in der Umgebung der drei «Rund-um-die-Uhr»-Betriebe (vgl. Tab. 1)

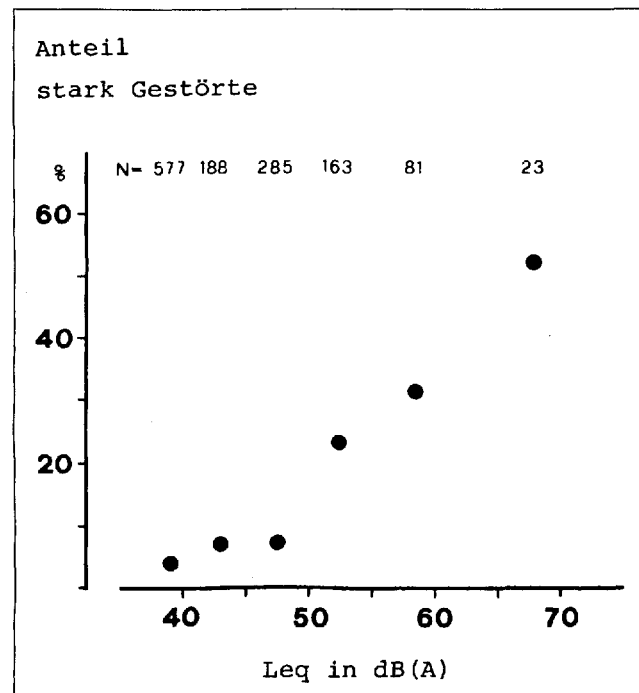


Abb. 3. Anteile an stark gestörten Personen in Abhängigkeit der Betriebslärm-Belastung tagsüber. Die Selbsteinstufung der empfundenen Störung auf den Thermometerskalenpunkten 8–10 wird als stark empfundene Störung interpretiert

3.3 Störungen und Reaktionen

Tagsüber (Tab. 2) wird die Ruhe und Erholung am häufigsten gestört: Die Häufigkeiten an Personen, die tagsüber fast täglich in ihrer Ruhe und Erholung gestört werden, liegen für Betriebslärmbelastungen von mehr als 50 dB(A) zwischen 28 und 50%! Ebenso sind die Häufigkeiten an Personen, die tagsüber fast täglich mit dem Geschlossenhalten von Wohnungsfenstern reagieren, für Betriebslärmbelastungen von mehr als 50 dB(A) mit 17 bis 61% von der gleichen Größenordnung! Nachts (Tab. 3) wird am häufigsten mit dem Geschlossenhalten von Wohnungsfenstern reagiert: Die Häufigkeiten an Personen, die fast jede Nacht mit dem Geschlossenhalten von Wohnungsfenstern reagieren, liegen für Betriebslärmbelastungen von mehr als 40 dB(A) zwischen 11 und 50%!

4. Schlussfolgerung

Aus Tabelle 4 ist ersichtlich, dass die Anteile an stark gestörten Personen durch Betriebslärm und die Anteile an stark gestörten Personen durch Strassenverkehrslärm ungefähr gleich gross sind bei Betriebslärmbelastungen und bei um ungefähr 10 dB(A) grösseren Strassenverkehrslärmbelastungen. Dies gilt sowohl tagsüber als auch nachts. Im Entwurf zum neuen Umweltschutzgesetz in der Schweiz sind die tagsüber und nachts zumutbaren Strassenverkehrslärmbelastungen auch aufgrund der Anteile an stark gestörten Personen tagsüber und nachts festgelegt

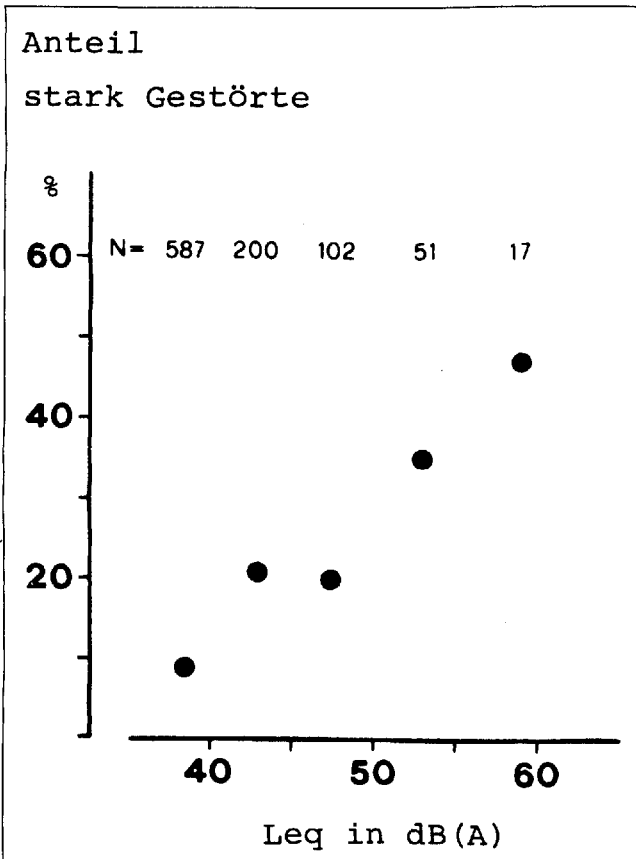


Abb. 4. Anteile an stark gestörten Personen in Abhängigkeit der Betriebslärmbelastung nachts

Betriebslärm L_{eq} in dB(A)	Anzahl Personen (100%)	Gespräche %	Erschrecken %	Ruhe %	Fenster %
≤40	672	1	2	5	4
41-45	213	2	8	12	6
46-50	330	1	3	11	9
51-55	172	5	14	28	17
56-60	87	10	9	36	30
≥61	24	18	24	50	61

Gespräche: Bei Gesprächen oder beim Telefonieren gestört werden (fast täglich)

Erschrecken: Erschreckt werden (fast täglich)

Ruhe: Tagsüber in Ruhe und Erholung gestört werden (fast täglich)

Fenster: Tagsüber Wohnungsfenster geschlossen halten (fast täglich)

Tab. 2. Häufigkeiten von Störungen und einer Reaktion in Abhängigkeit von der Betriebslärmbelastung tagsüber

Betriebslärm L_{eq} in dB(A)	Anzahl Personen (100%)	Wekken %	Nicht einschlafen %	Schlafmittel %	Ohropax %	Fenster %
≤40	672	4	2	1	1	8
41-45	213	7	7	2	3	11
46-50	108	11	10	8	3	25
51-55	54	12	18	6	2	31
56-60	19	18	17	0	0	50

Wekken: Geweckt werden (fast täglich)

Nicht einschlafen: Nicht einschlafen können (fast täglich)

Schlafmittel: Schlaf- oder Beruhigungsmittel einnehmen (fast täglich)

Ohropax: Beim Schlafen mit Watte, Ohropax oder ähnlichen Mitteln, die Ohren verschliessen (fast täglich)

Fenster: Nachts Wohnungsfenster geschlossen halten (fast täglich)

Tab. 3. Häufigkeiten von Störungen und Reaktionen in Abhängigkeit von der Betriebslärmbelastung nachts

	Betriebslärm-, bzw. Strassenverkehrslärm L_{eq} in dB(A)	Anteile an stark gestörten Personen	
		Betriebslärm %	Strassenverkehrslärm %
tagsüber ¹ (07.00-19.00)	≤50	4-7	-
	51-60	23-31	5-9
	61-70	52	27-37
nachts ² (22.00-07.00)	≤40	9	-
	41-50	20-21	6
	51-60	35-47	12-24

¹ Strassenverkehrslärm: Zeitraum zwischen 6 und 22 Uhr.

² Strassenverkehrslärm: Zeitraum zwischen 22 und 6 Uhr.

Tab. 4. Vergleich der Anteile an stark gestörten Personen für Betriebslärmbelastungen und für Strassenverkehrslärmbelastungen [1]

worden. So wird in Gebieten mit vorwiegendem Wohncharakter die zumutbare Strassenverkehrslärmbelastung tagsüber mit einem L_{eq} von 60 dB(A) angegeben und nachts mit einem L_{eq} von 50 dB(A). Setzt man in Gebieten mit vorwiegendem Wohncharakter die tagsüber und nachts zumutbaren Betriebslärmbelastungen damit fest, dass die Anteile an stark gestörten Personen tagsüber und nachts in der gleichen Grössenordnung sein sollen wie für die tagsüber und nachts zumutbaren Strassenverkehrslärmbelastungen, so ergibt das (nach Tab. 4) für die zumutbare Betriebslärmbelastung tagsüber einen L_{eq} von ungefähr 50 dB(A) und nachts einen L_{eq} von ungefähr 40 dB(A).

Zusammenfassung

In der Umgebung von fünf Industrie- und Gewerbeanlagen wurden die Lärmimmissionen gemessen und mittels schriftlicher Befragung die Auswirkungen derselben auf die dort wohnenden Menschen erfasst.

Es zeigte sich, dass gehäufte Störungen und Reaktionen bei Betriebslärmimmissionen tagsüber ab einem L_{eq} von ungefähr 50 dB(A) auftreten und nachts ab einem L_{eq} von ungefähr 40 dB(A).

Résumé

Immissions de bruit des entreprises industrielles

Dans les environs de cinq entreprises industrielles, on a mesuré les immissions de bruit, et les habitants ont été questionnés sur les effets causés par le bruit.

Les résultats montrent que les troubles et réactions augmentent à partir d'une valeur L_{eq} située environ à 50 dB(A) pour le jour et à 40 dB(A) environ pour la nuit.

Summary

Noise Immissions of Industrial Plants

In the surroundings of five industrial plants noise immissions were measured, and people were asked by questionnaire about the effects caused by noise.

The results show that increased disturbances and reactions to industrial noise immissions occur at daytime with an L_{eq} of about 50 dB(A) and at nighttime with an L_{eq} of about 40 dB(A).

Literatur

- [1] Wehrli, B., Nemecek, J., Turrian, V., Hofmann, R., und Wanner, H. U., Auswirkungen des Strassenverkehrslärms in der Nacht, Kampf dem Lärm 25, 138-149 (1978).

Hörschäden durch Impulslärm

Beat W. Hohmann, Akustik-Labor, Institut für Fernmeldetechnik, ETH-Zentrum, 8092 Zürich

1. Einführung

Das menschliche Gehör weist Eigenschaften auf, die sich auch mit modernster Technologie nur unvollkommen nachbilden lassen: In einem Frequenzbereich von drei Dekaden können Schallereignisse verarbeitet werden, deren Intensität sich bis zu $1:10^{12}$ verhält. Dazu kommen eine schmalbandige Frequenzanalyse und die Möglichkeit, die Schallquelle in Seite und Höhe zu orten.

Diese Fähigkeiten sind allerdings auf die Schallsignale einer natürlichen Umgebung ausgerichtet, während die Beanspruchung durch manche Geräusche unserer technisierten Umwelt als Missbrauch dieses hochempfindlichen Sinnesorgans gewertet werden muss.

Mit dem Ausdruck «ohrenbetäubender Lärm» ist leider meist nur die Idee von Trommelfellschäden durch extreme Schallereignisse verknüpft, nicht aber die Vorstellung, dass das Gehör durch dauernde Einwirkung von Lärm weit unter der Schmerzschwelle Schaden nehmen kann, was vom Betroffenen erst zu spät wahrgenommen wird – dann nämlich, wenn sich der irreparable Hörverlust in der Alltagskommunikation hindernd auswirkt.

Nach einer Schätzung der SUVA sind in der Schweiz über 250000 Arbeitnehmer am Arbeitsplatz gehörgefährdendem Lärm ausgesetzt. Soweit es sich dabei um Dauerlärm handelt, kann es genügen, den frequenzbe-

werteten Pegel und die Einwirkungszeit festzustellen, um die zu erwartenden Gehörschäden (statistisch) mit akzeptabler Genauigkeit vorauszusagen (ISO 1999-1975). In der Schweiz gilt – ähnlich wie in den meisten Industrieländern – ein über die Arbeitszeit energetisch gemittelter, mit dem Filter «A» bewerteter Dauerschallpegel (L_{eq}) von 87 dB als Grenzwert, der ohne Anwendung eines Gehörschutzmittels noch zulässig ist.

Für Impulslärm hingegen existieren noch keine allgemein anerkannten Kriterien, um schädliche und unschädliche Schallereignisse zu trennen.

Für diese Arbeit wurde deshalb ein mobiles Messgerät entwickelt, das am Arbeitsplatz geeignete Kennwerte des Impulslärms ermittelt und speichert. Diese Kennwerte wurden auf Grund der Eigenschaften des menschlichen Ohres und im Hinblick auf die Vergleichbarkeit mit bisher verwendeten oder vorgeschlagenen Messmethoden ausgewählt.

Die so gewonnenen Impulslärmdaten von Industriearbeitsplätzen werden dann mit den entsprechenden Hörschadendaten aus dem Audiomobilprogramm der SUVA korreliert, um Schädlichkeitskriterien für Impulslärm abzuleiten.

Das Projekt wird im Auftrag der SUVA am Akustiklabor, Institut für Fernmeldetechnik, an der ETH Zürich durchgeführt.