

# Technische Lärmabwehr in Industrie und Gewerbe

E. J. Rathe

Artikel eingegangen am 18. Januar 1971

## Zusammenfassung

Jede wirksame Maßnahme zur Lärmverminderung ist mit einem Aufwand verbunden. Dieser Aufwand ist möglichst gezielt einzusetzen, wozu die Verhältnisse beim Empfänger genügend genau zu berücksichtigen sind. Maßnahmen an der Lärmquelle sind meist schwieriger durchzuführen, sind aber deshalb besonders sinnvoll, weil sie sowohl für die in der Nähe der Lärmquelle sich aufhaltenden Personen als auch für die weitere Umgebung nützlich sind.

## 1. Aufgabe und Zielsetzung bei der technischen Lärmabwehr

Ein kleiner Anteil der Verlustenergie jedes Arbeitsprozesses tritt als akustische Energie in Erscheinung. Die Aufgabe der technischen Lärmabwehr besteht darin, diesen Anteil durch geeignete Maßnahmen soweit als möglich zu senken. Wirksame Lärminderungen sind jedoch sehr schwer zu erzielen. Dies beruht vor allem auf der Tatsache, daß sich die akustischen Wahrnehmungen des menschlichen Gehörs über einen sehr großen Bereich erstrecken und daß dieses geringe Schalleistungsänderungen kaum subjektiv festzustellen vermag.

Die vorliegenden Schwierigkeiten lassen sich durch folgendes Beispiel verdeutlichen. Bei einer Gruppe gleichartiger, lärmzeugender Maschinen soll die Lärmverminderung durch Außerbetriebsetzung von Einzelmaschinen erreicht werden. Als Meßgrößen dienen die Einheit Phon und die der Lautheitempfindung proportionale Einheit Son.

Frequenz	31	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz
Frequenzanalyse	46	63	64	61	63	61	55	50	45	dB
A-Korrektur	-39	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1	dB
Bewertete Frequenzanalyse	7	37	48	52	60	61	56	51	44	dB

Beträgt der kritische Grenzrichtwert für diesen Fall 60 dB(A), so ist ersichtlich, daß die Lärmbekämpfungsmaßnahmen sich vor allem auf die Frequenzen zwischen 250 Hz und 4 kHz konzentrieren müssen.

Zahl der im Betrieb stehenden Maschinen	Subjektive Lautstärke	Subjektive Lautheit	Relative subjektive Lautheit %
	Phon	Son	
100	100	64	100
80	99	59,7	93
63	98	55,7	87
50	97	52	81
31	95	45,3	71
10	90	32	50
5	87	26	40
1	80	16	25

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß eine Reduktion der im Betrieb stehenden Maschinen von 100 auf 10 sich als Senkung der relativen subjektiven Lautheit auf 50 % auswirkt. Steht nur noch eine einzige Maschine im Betrieb, so reduziert sich die ursprüngliche Lautheit auf 25 %. Die sich durch die Stillsetzung von Maschinen ergebenden wirtschaftlichen Schwierigkeiten müssen durch andere Lärmabwehrmittel vermieden werden, wobei aber ohne Aufwand selten Verbesserungen möglich sind.

Oft ist für eine Lärmeinwirkung der bewertete Schallpegel in dB(A) maßgebend. In solchen Fällen gestattet eine bewertete Frequenzanalyse, den Frequenzbereich abzuschätzen, für den Maßnahmen getroffen werden müssen, um eine bestimmte Vorschrift einhalten zu können. Beispielsweise zeigt die Frequenzanalyse einer lärmenden Maschine folgendes Bild:

Bevor Maßnahmen zur Lärmverminderung getroffen werden, müssen die bestehenden Verhältnisse genau bekannt sein. Dies betrifft die Art der Schallerzeugung, den Ausbreitungsweg von der Schallquelle zum Emp-

fänger, den zeitlichen Verlauf der Störungen und anderweitige akustische Einflüsse. Erst dann kann mit einer systematischen Beurteilung der möglichen Maßnahmen begonnen werden.

## 2. Maßnahmen an der Lärmquelle

Für die Beurteilung von Maßnahmen zur Lärmverminderung, welche an der Lärmquelle selbst getroffen werden können, ist eine genaue Kenntnis des Arbeitsprozesses des Schallenergieerzeugers notwendig. Wirksame Eingriffe können den Arbeitsvorgang verändern, was wirtschaftliche Nachteile mit sich bringen kann. Als mögliche Maßnahmen kommen in Frage:

– *Einkapselung*: Diese beruht auf der Grundlage der Schalldämmung. Durch stehende Wellen kann der Schall von der Maschine vermehrt auf die Kapselung übertragen werden. In diesem Falle sind schallabsorbierende Materialien notwendig.

– *Isolierte Aufstellung von Maschinen*: Die unumgängliche Verbindung zwischen Gebäude und Maschine ist schwingungsisolierend und körperschalldämpfend auszuführen. Korkisolationsschichten, Gummiunterlagen und Stahlfedern erweisen sich für gewisse Frequenzen günstig, besitzen jedoch Frequenzbereiche mit verminderter Isolationsfähigkeit. Die Auswahl der zur Verwendung gelangenden Materialien ist deshalb wichtig. Einfache Dimensionierungsformeln sind insbesondere bei leichten Gebäuden mit Vorsicht anzuwenden.

– *Trennung von schwingenden Teilen von der Umgebung*: Rohrleitungen, die von einer Maschine zur Umgebung führen, sind durch elastische Glieder abzutrennen. Eine Verminderung der Schallübertragung kann auch durch eine Veränderung der Rohrleitungsdispositionen erzielt werden. In flüssigkeitsführenden Leitungen erfolgt die Ausbreitung

der Schallenergie auch durch die Flüssigkeit. Schalldämpfer für Flüssigkeiten befinden sich heute im Stadium der Entwicklung.

– *Fernsteuerung von Maschinen*: Die Automatisierung und Fernsteuerung von Maschinen bringt auch bezüglich Lärmverminderung entscheidende Vorteile mit sich. Die Zahl der sich in der Nähe von lärmenden Maschinen aufhaltenden Personen wird dadurch stark reduziert. Da solche automatisierte Maschinen keine oder nur noch wenige manuelle Eingriffe erfordern, sind wirksamere Abschrüngen und Kapselungen möglich.

## 3. Maßnahmen im gleichen Raum wie die Lärmquelle

Eine bekannte Lärmbekämpfungsmaßnahme ist die Lärmdämpfung durch Absorption von Schallwellen. Schallabsorbierende Materialien werden vor allem an Decken angebracht und sind in der Lage, akustische Energie in Wärme umzuwandeln. Durch Nachhallzeitmessungen läßt sich nachweisen, daß jeder Raum auch ohne besondere Maßnahmen eine gewisse Schallabsorption besitzt. Die total in den Raum abgestrahlte Schallenergie und die Schallabsorption bestimmen zusammen den mittleren Schallpegel im Raum. Eine Vergrößerung der wirksamen Absorptionsfläche bringt eine Senkung des mittleren Schallpegels mit sich. Einer Verdoppelung der aktiven Absorptionsfläche entspricht eine Reduktion des mittleren Schallpegels um 3 dB. Diese Reduktion wirkt sich jedoch auf den wesentlich höheren Schallpegel in der Nähe einer lärmenden Maschine nicht aus. Als Kompromißlösung wird bei Maschinenräumen eine Nachhallzeit von etwa einer Sekunde angestrebt.

Eine vermehrte Wirkung von schallabsorbierenden Flächen erreicht man dadurch, daß man den Bereich mit lärmenden Maschinen von der Zone mit Arbeitsplätzen trennt. Maschinengruppen mit stark unterschiedlicher

Lärmentwicklung im Betrieb werden vorteilhaft in getrennten Räumen aufgestellt. Als weitere Maßnahme kommt die Einkapselung von Arbeitsplätzen in Betracht, indem beispielsweise für einen Angestellten im Maschinenraum ein besonderer abgeschlossener Raum eingerichtet wird.

#### *4. Maßnahmen am Übergang zu anderen Räumen*

Die akustische Eigenschaft raumbegrenzender Teile wie Wände, Türen und Fenster ist durch ihr Schalldämmungsvermögen charakterisiert. Dieses hängt bei einer dichten und homogenen Wand in erster Linie vom Flächengewicht ( $\text{kg/m}^2$ ) ab. Eine Vergrößerung des Flächengewichtes bewirkt in der Regel eine Erhöhung der Schalldämmung. Allerdings wirkt sich eine Veränderung des Flächengewichtes nicht im ganzen Frequenzbereich gleich aus, weshalb eine dickere Wand nicht in allen Fällen zu einer Verbesserung der Lärmverhältnisse führt. Oft stellt sich die Forderung nach einem besonders hohen Schallschutz. In solchen Fällen gelangen mehrschalige Konstruktionen zur Ausführung. Die theoretischen Methoden zur Vorausberechnung der akustischen Eigenschaften von Wänden erfordern einen erheblichen Aufwand.

Die theoretisch zu erwartenden Schalldämmungswerte werden in der Praxis meist nicht erreicht. Der Grund hierfür liegt in der Schallübertragung auf Nebenwegen, beispielsweise durch andere Wände, Böden und Decken. Bei Wänden mit relativ guter Schalldämmung fällt diese Nebenübertragung ganz besonders ins Gewicht. Da schon kleinste

Fugen, Risse, Löcher, Durchführungen von Leitungen und andere Undichtheiten eine beträchtliche Einbuße von Schalldämmungsvermögen verursachen, ist der Sorgfalt bei der Ausführung schalldichter Übergänge große Aufmerksamkeit zu schenken.

Schwierigkeiten besonderer Art bringen bewegliche Teile mit sich. Absolute Dichtheit bei Fenstern und Türen lassen sich nur schwerlich über eine längere Zeit aufrechterhalten. Fest verschlossene Fenster vermeiden dieses Problem, dies bedingt jedoch in den meisten Fällen eine besondere Klimaanlage, was zu zusätzlichen Kosten führt.

#### *5. Maßnahmen bei der Schallausbreitung im Freien*

Die wirksamste Lärmbekämpfungsmaßnahme im Freien ist die Vergrößerung des Abstandes zwischen Lärmquelle und Empfänger. Abschirmungen sind nur dann wirksam, wenn diese die Verbindungslinie zwischen Schallquelle und Empfänger genügend weit überragen und möglichst in der Nähe der Lärmquelle oder beim Empfänger liegen. Im allgemeinen wird der Einfluß von Bepflanzungen auf die Lärmverminderung überschätzt. Bäume und Gebüsche ergeben nur eine ganz minime Schallminderung. Da jedoch gleichzeitig die Sichtverbindung zwischen Empfänger und Schallquelle unterbunden wird, ist der subjektive Eindruck der Lärminderung wesentlich größer, als es die Schallpegelreduktion erwarten läßt.

Adresse des Autors:

PD Dr. Eric J. Rathe, Interkeller AG für Forschung und Entwicklung, Schärenmoosstraße 105, 8052 Zürich