

ARBEITSWISSENSCHAFTLICHE ERKENNTNISSE

Forschungsergebnisse für die Praxis

Lärmbeurteilung – Extra-aurale Wirkungen

Ising, H.; Sust, Ch. A., Rebentisch; E.

Auswirkungen von Lärm auf Gesundheit, Leistung und Kommunikation

Inhalt

1 Lärmwirkungen – Schädigung, Beeinträchtigung, Belästigung

2 Extra-aurale Lärmwirkungen

2.1 Wirkungsebenen und Einflußfaktoren

2.2 Akute körperliche Reaktionen auf Schallreize

2.3 Beeinträchtigung des Befindens und der Leistung

2.4 Sprachverständlichkeit, Signalerkennung und Unfallrisiko

2.5 Gesundheitliche Folgen langfristiger Lärmbelastung

3 Tätigkeitsausübung unter Lärm

4 Zusätzliche Belastungen

5 Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

6 Schrifttum

Ergebnisse aus den im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Sozialordnung, Bonn, und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, durchgeführten Forschungsvorhaben, dargestellt in der Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – Forschung – Fb 225 und 497 von

Ising, H.; Günther, T.; Havestadt, C.; Krause, Ch.; Markert, B.; Melchert, H. U.; Schoknecht, G.; Thefeld, W.; Tietze, K. W.

Blutdrucksteigerung durch Lärm

Sust, Ch. A.

Geräusche mittlerer Intensität – Bestandsaufnahme ihrer Wirkungen

Nachdruck und auszugsweise Wiedergabe nur mit ausdrücklicher vorheriger Zustimmung der BAuA, Dortmund, gestattet

1 Lärmwirkungen – Schädigung, Beeinträchtigung, Belästigung

Lärm ist unerwünschter Schall, unerwünscht, weil

- Lärm die Gesundheit beeinträchtigt und/oder schädigt
- Lärm die Leistung mindert und die Kommunikation stört
- Lärm belästigend ist und die subjektive Befindlichkeit beeinträchtigt.

Gerade weil Lärm so allgegenwärtig ist, wird sein Stellenwert im Vergleich zu anderen Belastungsfaktoren häufig geringer veranschlagt als es seiner Wirkung zukommt.

Immer noch sind 10 % der Arbeitspersonen von Lärm mit Pegeln von über 90 dB(A) und 15 % mit Pegeln von über 85 dB(A) ausgesetzt. Betrachtet man nur ausgewählte Industriezweige, so sind sogar 40 % der Arbeitspersonen von einem Beurteilungspegel von 85 dB(A) und mehr betroffen. Die Gefährdung der Gesundheit betrifft bei diesen hohen Pegeln zunächst und vor allem die möglichen Schäden des Gehörs (vgl. dazu Broschüre Gesundheitsschutz 4 und AE-Nr. 97 »Lärmbeurteilung – Gehörschäden«).

Gesundheitsgefährdend sowohl in Bezug auf das Gehör wie auch auf körperliche (physiologische) Funktionssysteme wie zum Beispiel das Herz-Kreislauf-System, sind aber nicht nur allein die hohen, sondern auch niedrigere Lärmpegel, insbesondere dann, wenn dabei komplexe Tätigkeiten ausgeführt werden müssen. Daß die Komplexität der Arbeitsbedingungen sich erhöht, ist vor allem in der Einführung moderner Informationstechnologien (programmgesteuerte Arbeitsmittel, PC-Arbeit) bzw. Organisationsstrukturen (Total Quality Management, Lean Management) begründet. Dabei läßt sich zum einen beobachten, daß einzelne Aufgabenschritte, die zuvor arbeitsteilig bearbeitet wurden, wieder in Vorgängen zusammengeführt werden. Dies trifft vor allem für den Dienstleistungsbereich zu. Zum andern läßt sich für den industriellen Bereich eine Tendenz zur Integration von Entwicklung und Fertigung beobachten. Bei der Verlegung von (Teilen der) Konstruktionsabteilungen zur Produktion, spielt zur Zeit vor allem die Autoindustrie eine Vorreiterrolle. Mit dieser Integration sowohl von einzelnen Aufgabenschritten wie auch von ganzen Tätigkeitsbereichen geht eine Verdichtung der Arbeit einher. Darüberhinaus wächst mit diesen Veränderungen der Arbeitstätigkeiten in der Regel auch die Verantwortung (Fehlerfolgen) für Material und Personen.

Einerseits werden daher schon relativ niedrige Lärmpegel zu einem immer größeren, stresserzeugenden und leistungsmindernden Faktor, eben weil sie die Bearbeitung zunehmend komplexer und verantwortungsvoller Tätigkeiten beeinträchtigen. Andererseits werden Tätigkeiten, die bisher vorwiegend in ruhigen Arbeitsbereichen ausgeübt wurden, Konstruktion, Programmierung, näher an die Fertigung, gewissermaßen »vor Ort«, und damit in Bereiche mit hohem Geräuschpegel verlegt. Daher entsteht in vielen Tätigkeitsbereichen eine Gesundheitsgefährdung, deren Gefährdungspotential in der Regel deshalb unterschätzt wird, weil die Gefährdung häufig nur oder überwiegend unter dem Aspekt akustisch meßbarer Einflußgrößen betrachtet wird. Darüberhinaus ist zu berücksichtigen, daß Lärm in der Regel nur ein Belastungsfaktor unter mehreren ist.

Produktion	
Tätigkeiten	Lärmquellen
Montage	Holz- und metallverarbeitende Maschinen
Instandsetzung	Textilmaschinen
Wartung	Transportmittel
	...

Meisterbüro	
Tätigkeiten	Lärmquellen
Planen	Bürogeräte: Telefon/Fax, PC
Kontrollieren	Drucker
Lärmquellen	Außengeräusche:
Steuern	Produktionslärm
...	...

Büro	
Tätigkeiten	Lärmquellen
Sachbearbeitung	Bürogeräte: PC, Telefon/Fax
Programmierung	Kopierer, Drucker,
Anfertigen von Berichten	Telefonate und Gespräche anderer
Besprechungen	Außengeräusche
...	...

Tätigkeiten und Lärmquellen in Betrieb und Verwaltung

Lärm wirkt auf sehr unterschiedliche Weise auf die Gesundheit des Menschen. Man unterscheidet zwischen den auralen – auf das Gehör einwirkenden – und extra-auralen Lärmwirkungen, zu denen alle übrigen Lärmeinwirkungen zusammengefaßt werden.

Die auralen Gesundheitsbeeinträchtigungen sind im wesentlichen die **Gehörschäden** (vgl. AE-Nr. 97 »Lärmbeurteilung – Gehörschäden«). Für die Gehörfähigung gilt:

Viel Schallenergie (Intensität und Dauer) **schadet viel.**

Hier gilt uneingeschränkt das Dosis-Wirkungsprinzip: Je höher und länger die Intensität und Dauer des Schalls, umso tiefgreifender die Wirkung.

Neben den Gehörschäden bewirkt Lärm vor allem Stress-Effekte im Sinne der von Selye (1976) untersuchten, unspezifischen **Stress-Reaktionen**.

2 Extra-aurale Lärmwirkungen

2.1 Wirkungsebenen und Einflußfaktoren

Dabei unterscheiden sich die Wirkungen des Lärms nicht von denen anderer Stressoren.

Bei fortdauernder Stressbelastung, wie durch Lärmeinwirkung, erfolgt beim Menschen nach kurzer Zeit eine gewisse Anpassung, wobei die Belastung in der Regel **subjektiv reduziert** erscheint. Das bedeutet aber nicht, daß die physiologischen Systeme in diesem Prozeß **adaptieren** bzw. daß die lärmbedingten Stress-Reaktionen vollständig verschwinden. Vielmehr schließt sich an die Anfangsphase mit starken Stress-Reaktionen eine Gewöhnungsphase an, in der die Reaktionen zwar vermindert sind, der Lärm aber dennoch »**nervliche Kosten**« verursacht. Eine langfristige Fortsetzung der Belastung erhöht prinzipiell das Risiko dafür, daß die Adaptationsfähigkeit des Organismus ihre Grenzen erreicht und es zur dritten Phase, dem Zusammenbruch, kommt (Selye, 1976).

Lärm wirkt **auf das Zentralnervensystem** und löst physiologische Reaktionen aus, die je nach Intensität, Häufigkeit und mentaler Verarbeitung zu Stress-Reaktionen werden können. Durch die lärmbedingte **Störung und Beeinträchtigung von Tätigkeiten, mentalen Prozessen, Kommunikation und Erholungsphasen** werden ebenfalls Stress-Reaktionen ausgelöst. Stress-Effekte haben also sowohl psychische (Belästigung, Ärger, Anspannung) als auch physiologische (endokrinologische, vegetative) Komponenten, die Einfluß auf bestimmte Funktionssysteme wie das Herz-Kreislauf-System oder den Stoffwechsel nehmen. Die psychischen und die physiologischen Aspekte der Stress-Reaktion bilden eine Einheit, bedingen sich gegenseitig und können sich in ihrer Wirkung verstärken (psycho-physiologische Reaktionen).

Diese Aspekte korrespondieren in VDI-Richtlinie 2058, Blatt 3,

- **Geräuschbezogene Einflußgrößen**, die akustisch meßbar sind (Dauerschallpegel L_{Aeq} , Impulzzuschlag K_I , Tonzuschlag K_T , Spektrum, Zeitverlauf etc.) oder die noch nicht standardisiert sind (Auffälligkeit, Informationshaltigkeit, Vermeidbarkeit etc.) Dabei sind die psycho-physiologischen Reaktionen bei **niedrigen Schallpegeln** enger mit dem **subjektiv erlebten Ausmaß von Störung und Belästigung** korreliert als mit dem Schallpegel (Guski, 1980)
- **Tätigkeitsbezogene Einflußgrößen**, wie etwa die Komplexität und Verarbeitungsbreite der Aufgabe, Bearbeitung unter Zeitdruck, während der Schichtarbeit etc.
- **Personenbezogene Einflußgrößen**, wie etwa Einstellung zur Lärmquelle bzw. Erzeuger, Qualifikation etc.

Für die Gefährdung der verschiedenen Organe und Funktionssysteme durch Lärm gilt:

**nicht nur:
Viel Lärm, also Schallenergie (Intensität und Dauer), schadet viel
sondern auch:
Viele (kleine) Störungen durch Lärm schaden viel**

Das Dosis-Wirkungsprinzip ist hier also zu erweitern um den Aspekt der Häufigkeit der Störung.

Das Störpotential des Lärms, und damit die Wahrscheinlichkeit, Stress-Reaktionen hervorzurufen, erhöht sich dabei sowohl durch Belastungen, die sich aufgrund der Arbeitsorganisation ergeben (Schichtarbeit) wie auch mit zunehmender Komplexität der Aufgaben, also:

- je mehr Informationen im Gedächtnis behalten werden müssen
- je mehr geistige Operationen ausgeführt werden müssen (Schlußfolgern, Rechenoperationen)
- je höher die Anforderungen an kontinuierlicher Konzentration und Aufmerksamkeit sind
- je verantwortungsvoller die Tätigkeiten in Bezug auf Fehlerfolgen sind (Qualitätsbewußtsein)
- je stärker die Aufgaben unter Zeitdruck gelöst werden müssen.

Daher wird Lärm schon bei viel geringeren Pegeln und bei einer geringeren Häufigkeit zu einer Störung, so daß auch gilt:

**Je komplexer die Aufgabe,
umso eher wird Lärm zur Störung**

Wie aus **Bild 1** deutlich wird, beeinflussen Lärm sowie weitere Einflußgrößen die psychischen und physiologischen Regulationsmechanismen, sodaß es zu Dysregulationen (Fehlregulationen) kommen kann. Diese Dysregulationen bewirken physiologische, psychische und leistungsbezogene Beeinträchtigungen. Langfristig kann dies zu einem erhöhten Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen und/ oder Erkrankungen des Verdauungssystems führen.

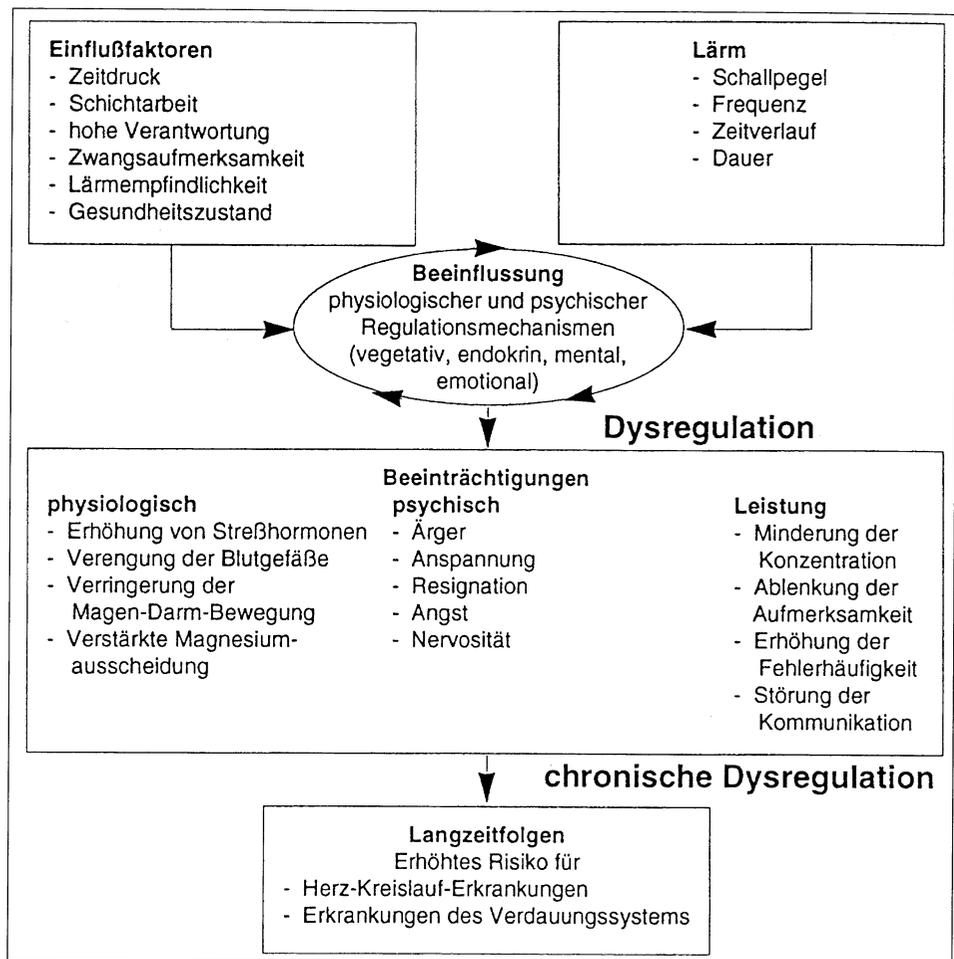


Bild 1: Extra-aurale Lärmwirkungen

2.2 Akute körperliche Reaktionen auf Schallreize

Da unser Gehör als ständig aufnahmebereites Alarmsystem angelegt ist, versetzt Lärm bzw. ein unvorhergesehenes Geräuschereignis den Organismus in sofortige Alarmbereitschaft. Daher ist die Hörbahn nicht nur mit dem Gehirn verbunden, sondern auch mit anderen Funktionssystemen, wie etwa dem Herz-Kreislauf-System. Es war zum Beispiel in der Steinzeit »überlebenswichtig«, daß der Körper bei einem unbekanntem Geräusch in den Zustand erhöhter Aktivierung und Fluchtbereitschaft versetzt wurde. Diese Stress-Reaktionen können durch entsprechend hohe Schallpegel unmittelbar ausgelöst werden, also ohne daß der Betroffene vorher Tätigkeitsstörungen und Befindlichkeitsstörungen erlebt oder wahrnimmt (vgl. **Bild 2**). Akute Reaktionen auf kurzfristige Lärmbelastungen werden in Laborexperimenten am Tier und am Menschen untersucht.

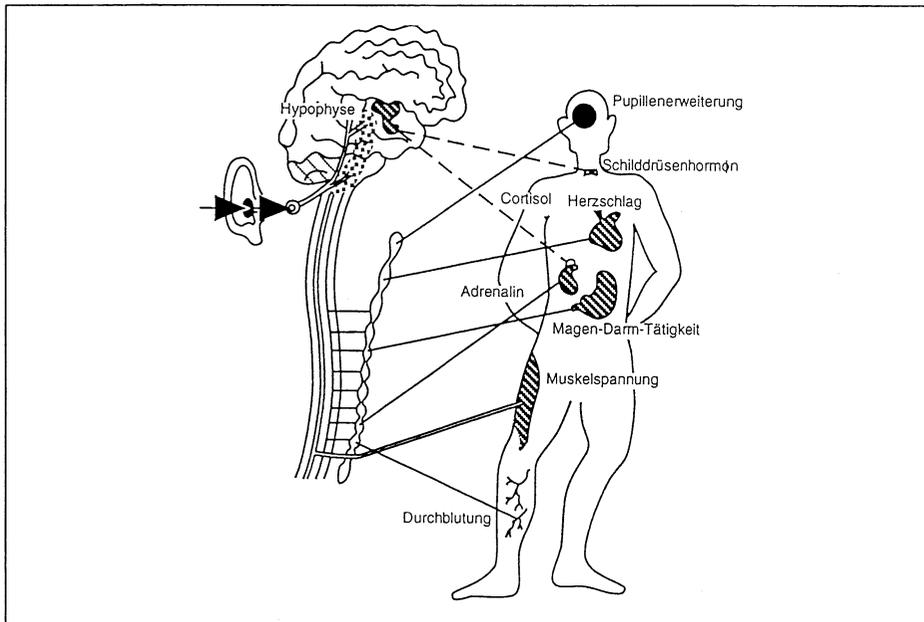


Bild 2: Übertragungswege extra-auraler Lärmwirkungen

Zu den bekannten Stress-Reaktionen gehört die Freisetzung von Hormonen, die das Herz-Kreislauf-System (kardiovaskuläres System) beeinflussen und die im Ergebnis Herzschlagvolumen und Blutdruck ändern. Der Blutdruck kann je nach Prädisposition akut steigen, konstant bleiben oder auch absinken (Überkompensation). Die Hautdurchblutung wird meist vermindert, die Hauttemperatur sinkt. Der elektrische Hautwiderstand fällt meist ab. Weitere akute Lärmefekte sind: Erhöhung des Muskeltonus, Tremor, Verminderung der Magensaft- und Speichelproduktion und Verringerung der Magen- und Darmbewegung, Pupillenerweiterung, Stoffwechselsteigerung, kurzdauernder Blutzuckeranstieg, Atemfrequenz-Änderungen. Auch Änderungen im Fettstoffwechsel, Ausschüttung von Stress-Hormonen sowie der Fließ- und Gerinnungseigenschaften des Blutes und Freisetzung von intrazellulär gespeichertem Magnesium ins Blut sind als lärmbedingte Stress-Reaktionen beschrieben worden.

Durch unerwartete Schallereignisse mit großer Pegelanstiegsgeschwindigkeit und relativ hohen Maximalpegeln kann ein Schreckreflex (Startle-Reflex) ausgelöst werden. Er äußert sich in einer Folge unwillkürlicher Muskelbewegungen, an die sich die Schreckreaktion anschließt, die ihrerseits aus einer Folge physiologischer Sofortreaktionen, u. a. im Herz-Kreislauf-System (kurzzeitiger Herzfrequenz- und Blutdruckanstieg) besteht.

Schreckreflexe und Schreckreaktionen erhöhen die Unfallgefahr. In Extremfällen plötzlicher Einwirkung von sehr hohen Pegeln wurde eine starke subjektive Beeinträchtigung mit Orientierungsverlust für einige Sekunden beobachtet. Daraus kann eine besonders hohe Unfallgefährdung erwachsen.

Gelegentliche **Lärmeinwirkung** bewirkt zwar selten eine gesundheitliche **Gefährdung**, sie ist aber gerade bei plötzlich auftretenden hohen Pegeln

nicht auszuschließen. Bei Risikopersonen (Personen mit erhöhtem Blutdruck und älteren Personen) können lärmbedingte Schreckreaktionen durch extrem hohe Schallpegel bedrohliche Blutdruckerhöhungen (Michalak et al., 1990) bzw. bei vorgeschädigten Herzkranzgefäßen sogar einen Herzinfarkt auslösen (Oberlandesgericht, Schleswig-Holstein, 1988).

2.3 Beeinträchtigung des Befindens und der Leistung

Lärmbedingte Beeinträchtigungen des Befindens – Empfindungen der Lästigkeit, Stress-Symptomen (Kopfschmerzen, Schwindelgefühl) – werden in der Regel mittels Fragebogen erhoben, Leistungsdaten sind sowohl in Feld- also auch in Laborstudien ermittelt worden, in denen Arbeitsplätze nachgebildet werden (Schönpflug, 1979, Sust, 1994, vgl. ausführlicher zum Zusammenhang von Lärm, Tätigkeit und Leistung, Abschnitt 3).

Aus den Befragungen wird deutlich, daß das Erleben der Lärmsituation mit meßbaren Schallcharakteristika zusammenhängt (vgl. **Bild 3**). Als besonders lästig empfinden die befragten Personen, abgesehen von Geräuschen hoher Intensität, vor allem Geräusche mit hohem Impuls- oder Tonanteil, zeitlich stark schwankende oder »zischende« Geräusche (größerer Anteil hoher Frequenzen).

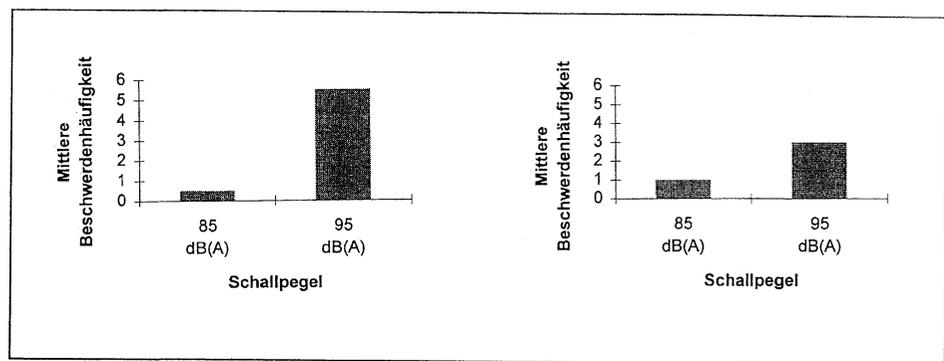


Bild 3: Veränderung der Häufigkeit von körperlichen Beschwerden in Abhängigkeit vom Schalldruckpegel (weißes Rauschen, Schust, 1993)

Die Beeinträchtigung der Befindlichkeit durch Lärm wird nicht allein aufgrund von Geräuschcharakteristika verstärkt. Der Lärm bewirkt gleichzeitig Unterbrechungen und Störungen der Tätigkeit. Auch dies löst Empfindungen des Ärgers und Angespanntheit aus (vgl. auch Abschnitt 3). Um die Leistung auf dem gleichen Niveau halten zu können, ist mehr Anstrengung, Konzentration und gedanklicher Aufwand notwendig.

2.4 Sprachverständlichkeit, Signalerkennung und Unfallrisiko

Wenn darüberhinaus der Lärm einen Teil der Kommunikation überdeckt, erfordert dies nicht nur erhöhte Aufmerksamkeit und Konzentration seitens des Hörers, sondern er versteht auch weniger, je nachdem wie stark das Geräusch die Sprache überdeckt (vgl. **Bild 4**). Der Sprecher muß seinerseits lauter reden um verstanden zu werden, daher ist das Sprechen in geräusch-erfüllter Umgebung anstrengend. Auch damit trägt Lärm zu Empfindungen

der Lästigkeit und des Stresses bei bzw. verstärkt bereits vorhandene Empfindungen (vgl. **Tabelle 4**, Zeile 1).

Bei Pegeln bis zu 45 dB(A) während eines Gesprächs wird die Sprechweise nicht verändert und keine Kommunikationsstörung empfunden. Ist der Störpegel 10 dB höher, so erhöht der Sprecher unwillkürlich seinen Stimmpegel um etwa 5 dB und der Hörer versteht weniger, denn 10 % bis 20 % der Einzilsilben sind bei diesem Umgebungsgeräusch schon unverständlich. Der Hörer muß sich also sehr konzentrieren, um noch die Sätze zu verstehen, das heißt, er muß aufgrund seines Wissens und durch entsprechendes Kombinieren, die fehlenden Informationen ergänzen, um den Satz zu verstehen.

Für eine gute Sprachverständigung (90 % Einsilber; 97 % Sätze) muß der Schallpegel der Sprache am Ohr des Hörers 10 dB(A) über dem Geräuschpegel liegen (vgl. **Bild 4**).

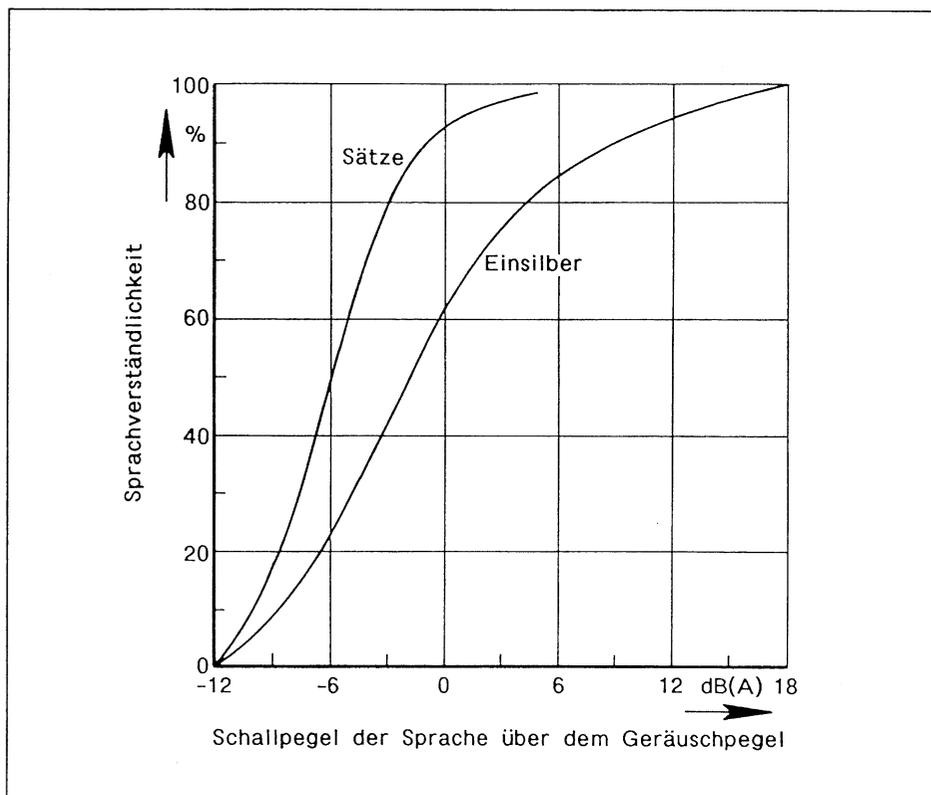


Bild 4: Sprachverständlichkeit von Sätzen und Einsilbern in Abhängigkeit vom Sprach- und Geräuschpegel

Um eine reibungslose Sprachkommunikation zu gewährleisten, wird für verschiedene Arbeitsplatzbedingungen empfohlen, bestimmte Lärmpegel nicht zu überschreiten (vgl. **Tabelle 1**).

Qualität der Sprachkommunikation	Raum	Situation Tätigkeit	Entfernung in m	Geräuschpegel in dB(A)
sehr gut	Büroraum	Gespräche, Phonodiktat	1-2	35 - 45
gut	Unterrichtsraum	sprachliche Mitteilung, Gespräche	10	30 - 35
zufriedenstellend	Lehrwerkstatt	Unterweisung, Gespräche	0,5 - 1	65 - 70
zufriedenstellend	Fertigung	Gruppenarbeit, Absprachen	1 - 2	60 - 65
ausreichend	Montagearbeiten	kurze Mitteilungen	0,5 - 2	70 - 80

Tabelle 1: Empfohlene Schallpegel für bestimmte Tätigkeiten, die nicht überschritten werden sollten

Junge, gesunde Personen verfügen über genügend Reserven, so daß sie diese Mehrbelastung für einige Stunden verkraften können, ohne sich dieser erhöhten Belastung bewußt zu sein. Das bedeutet lediglich, daß die Anstrengung nicht wahrgenommen wird, beinhaltet aber nicht, daß die Mehrbelastung langfristig folgenlos bleibt. Um im Bild zu bleiben, irgendwann sind die Reserven aufgezehrt!

Aber Personen,

- die solchen Belastungen täglich ausgesetzt sind,
- die durch Alter, Lärm, Krankheiten leicht schwerhörig sind
- oder solche, deren Reserven schon durch andere Belastungen (Schlafstörungen, Infektionskrankheiten, erhöhte Arbeitsbelastung unter Zeitdruck u. a.) verringert sind,
- die Deutsch als Fremdsprache sprechen,

empfinden den Umgebungslärm als deutliche Kommunikationsstörung. Dementsprechend reagieren sie gleichzeitig mit gesteigerter Freisetzung von Stress-Hormonen und erhöhter Magnesiumausscheidung sowie – je nach Veranlagung – mit Erhöhung oder Verringerung des Blutdrucks. Um auch für diesen Personenkreis die gleiche Sprachverständigung gewährleisten zu können, muß der Signal (Sprach)-Geräusch-Abstand um 5 dB(A) bis 10 dB(A) größer sein, das heißt, der Geräuschpegel des Geräusches um 5 dB(A) bis 10 dB(A) niedriger liegen.

Darüberhinaus ist zu berücksichtigen, daß durch hohe Lärmpegel Warnungen oder Warnsignale überhört oder nur schwer wahrgenommen werden

können, so daß sich die **Unfallgefahr erhöht** (vgl. **Tabelle 2**, Melamed et al., 1992).

Schallpegel	<75 dB(A)	75 – 84 dB(A)	>85 dB(A)
Männer	(Bezugspunkt)	22 %	49 %
Frauen	(Bezugspunkt)	46 %	–

Tabelle 2: Prozentuale Zunahme von Arbeitsunfällen von Arbeitern in Abhängigkeit von der Lärmbelastung

Da häufig das Leben von Personen oder hohe Sachwerte durch das Gefahrensignal geschützt werden müssen, wird eine hohe Sicherheit bei der Wahrnehmung verlangt.

Es wird verlangt, daß der Schallpegel des Signals 15 dB(A) über dem des Geräusches liegt (DIN-EN 457). Damit soll eine sichere Erkennung des Signals gewährleistet und die Störung der Wahrnehmung durch Störvariablen wie

- Ähnlichkeit von Geräusch und Signal,
- Konzentration auf die Arbeit,
- Natürliche Aufmerksamkeitsschwankungen
- Ermüdung während der Arbeitsschicht
- Tragen von Gehörschutz
- Schwerhörigkeit des Hörers
ausgeschlossen werden

Im Labor nachweisbare Wirkungen kurzfristiger Schallereignisse können noch als Anpassungsreaktionen im physiologischen Normbereich angesehen werden. Im Arbeitsalltag sind dagegen laute Arbeitsplätze durch tägliche, anhaltende Lärmbelastung gekennzeichnet. Die chronische Dysregulation der physiologischen Prozesse kann langfristig zur Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen beitragen. Auch Störungen des Magen-Darm-Systems sind zu beobachten. Die chronische Dysregulation durch anhaltende Lärmbelastung kann darüberhinaus durch Stress-Reaktionen verstärkt werden, die sich aus den Belastungen aufgrund der Komplexität der Arbeitsaufgaben und der Arbeitsorganisation ergeben. Die durch die Lärmbelastung entstehenden Beeinträchtigungen des Befindens – Ärger, Anspanntheit etc. – können ebenfalls Stress-Reaktionen hervorrufen.

Bei geringeren Pegeln sind die Blutdruckreaktionen zwar uneinheitlich, die Werte können steigen, konstant bleiben oder abfallen. Aber die Vielfalt der Reaktionen kann als Folge komplexer Gegenregulationen erklärt werden. Primäre Blutdruckanstiege können über bestimmte Rezeptoren kompensiert bzw. überkompensiert werden, wobei Schlagvolumen, Herzfrequenz und peripherer Widerstand einbezogen werden. Auch die Prädisposition und die vegetative Ausgangslage beeinflussen die einzelne Reaktion.

2.5 Gesundheitliche Folgen langfristiger Lärmbelastung

Ein Teil der Personen, die ständig einer Lärmbelastung ausgesetzt sind, weist anhaltende Veränderungen von physiologischen Parametern (wie Blutdruck, Stress-Hormon-Konzentration, vasomotorische Reaktivität) auf, die unter Umständen schon eine **Einschränkung der Leistungsreserven** des Organismus darstellen und den Charakter von **Risikofaktoren** annehmen. Mindestens bei Teilen der Betroffenen kann das Vorhandensein solcher chronischer Veränderungen der physiologischen Parameter die Entwicklung eines Krankheitsprozesses bedingen.

Hier einige Beispiele im Einzelnen:

- Schon **1959** stellte Jansen in einer Untersuchung zur Langzeitwirkung von Lärm mit Pegeln oberhalb 90 dB(A) bis 95 dB(A) gesundheitliche Schädigungen fest. Bei einer Untersuchung an mehr als 1000 Hüttenarbeitern ergab sich, daß bei den unter höheren Lärmpegeln Arbeitern signifikant mehr Herz-Kreislauf-Symptome auftraten. Auch in einer späteren Untersuchung (1980) zeigte sich bei Patienten, die in der Metallindustrie starkem Lärm ausgesetzt waren, Lärm als der **wesentlichste Belastungsfaktor**, der zum Stress-Faktor führt und damit zugleich verantwortlich ist für den hohen Anteil von Sanatoriumspatienten in dieser Gruppe der Arbeiter.
- In mehreren Studien konnte nachgewiesen werden, daß arbeitslärmbelastete Personen **häufiger** als andere **Hypertonien** aufwiesen. Zum Beispiel wurden bei Seeleuten im Alter zwischen 40 und 55 Jahren bei Lärmbelasteten (**95 dB(A) bis 115 dB(A)**) 18,9 % Hypertoniker, bei Nichtlärmbelasteten (**50 dB(A) bis 75 dB(A)**) 11,7 % Hypertoniker gefunden (nach Rebentisch et al., 1994).
- Zhao (1992) stellte bei unterschiedlich und über viele Jahre lärmbelasteten Weberinnen eine Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen **Schallpegel und Bluthochdruck** fest (vgl. **Tabelle 3**). Gegenüber Frauen, die bei 70 dB(A) arbeiteten, stieg die Hypertonierate bei 80 dB(A) um 36 %, bei 90 dB(A) um 90 % und bei 100 dB(A) um 150 %. Bei der Arbeit wurde kein Gehörschutz getragen.

L_{Aeq}	Prozentuale Zunahme der Hypertonierate
70 dB(A)	(Bezugspunkt)
80 dB(A)	36 %
90 dB(A)	90 %
100 dB(A)	150 %

Tabelle 3: Zunahme der Häufigkeit von Hypertonie bei Weberinnen in Abhängigkeit vom Schallpegel am Arbeitsplatz (n = 1101, der Trend ist statistisch abgesichert)

- Nach Dejoy (1984) zeigten 80 % von insgesamt 55 Studien zur kardiovaskulären Lärmwirkung einen positiven Zusammenhang zwischen Blutdruck und Lärm auf.

- In einer Längsschnittstudie über 11 Jahre wurde die Krankheitshäufigkeit von 1006 Personen in Abhängigkeit von der **subjektiven Lärmstörung** untersucht. Frauen, die sich bei ihrer Arbeit durch Lärm gestört fühlten, erlitten **signifikant häufiger einen Herzinfarkt** als Frauen ohne Lärmstörungen. In dieser Untersuchung wurden keine Schallpegel angegeben (Müller et al., 1994).
- Ising und Mitarbeiter (1995) zeigten in einer Fallkontrollstudie an ca. 400 Infarktpatienten und mehr als 2000 Kontrollpersonen, daß das Risiko für Herzinfarkt signifikant und stetig mit der subjektiv eingeschätzten Lautstärke des Lärms am Arbeitsplatz ansteigt. Beim Vergleich der drei höchsten Lärmkategorien (Lautstärke wie Bohrmaschine/Preßlufthammer) gegenüber den beiden unteren Lärmkategorien (Lautstärke wie Kühlschrank/Schreibmaschine) stieg die Herzinfarkthäufigkeit um 100 %.

Daneben sind Zusammenhänge mit **Magen-Darm-Erkrankungen** am häufigsten. Beobachtet wurden sowohl Störungen der Speichel- und Magensaftsekretion mit Verminderung des Säuregehaltes als auch Abnahmen der Bewegungen im Magen-Darm-Bereich.

- Bei 100 lärm- und vibrationsexponierten Arbeitern wurde in 10 % der Fälle ein Magengeschwür (peptischer Ulkus) festgestellt. Auch bei Werftarbeitern wurde eine höhere Rate von Magengeschwüren gefunden. In der belgischen Textilindustrie wurde bei lärmbelasteten Arbeitern eine höhere Häufigkeit von Magen-Darm-Störungen beobachtet (nach Rebentisch et al., 1994).

Für die beeinträchtigende Wirkung des Lärms spielt vor allem eine Rolle, welche Tätigkeit gerade ausgeübt wird. Je komplexer die Tätigkeit ist, umso eher werden Stress-Reaktionen auch schon bei geringen Schallpegeln ausgelöst.

3 Tätigkeitsausübung unter Lärm

Besonders störend ist Lärm bei allen Tätigkeiten, bei denen eine **fortgesetzte Konzentration** erforderlich ist und/oder die **komplexe Gedächtnisprozesse** beinhalten. Lärm zwingt dann die Arbeitspersonen dazu, sich bewußt und willentlich stärker zu konzentrieren. Die Unterbrechung oder Störung einer Tätigkeit durch Lärm kann aber auch ungeplante, im wesentlichen gedankliche Aktivitäten, aber gegebenenfalls auch die Wiederholung einzelner Handlungsschritte erforderlich machen, wie beispielsweise:

- Zusätzliche Kontrollen zur Überprüfung der Erreichung des Tätigkeitsziels müssen erfolgen
- Das Ausmaß der Störung/Unterbrechung muß eingeschätzt werden
- Geeignete Vorgehensweisen zur Behebung der Folgen der Unterbrechung müssen bedacht werden
- Entscheidungen über die Auswahl geeigneter Vorgehensweisen müssen getroffen werden
- Einzelne Handlungsschritte müssen gegebenenfalls wiederholt werden.

Dies erfordert eine erhöhte Anstrengung und zusätzlichen Arbeitsaufwand. Insbesondere bei relativ einfachen, Routine-Aufgaben kann durch bewußte

und willentliche Anstrengung die Konzentration auf die Aufgabe verstärkt werden, so daß es nicht zu beobachtbaren Leistungsausfällen kommt. Daß die erhöhte Beanspruchung nicht folgenlos bleibt, läßt sich an einer Zunahme des Erholungsbedürfnisses ablesen (vgl. **Bild 5**).

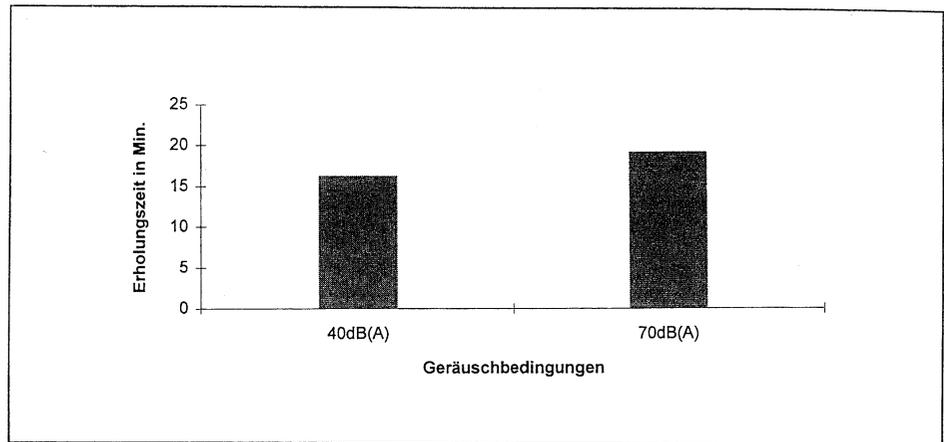


Bild 5: Veränderung der Erholungszeiten bei Bürotätigkeiten

Je höher die Belastung durch Lärm ist, umso eher läßt sich aber auch beobachten, daß für die Aufgabenbearbeitung mehr Zeitaufwand notwendig ist, um zum geforderten Ergebnis zu kommen. Mit anderen Worten, die Leistungseffizienz läßt also nach (vgl. **Bild 6**).

Diesen Lärmwirkungen auf der Verhaltens- und Leistungsebene korrespondieren physiologischen Veränderungen, wie beispielsweise des Blutdrucks. Tätigkeitsausübung unter Lärm ist von der Wirkung auf zeitweilige Blutdruckveränderungen her zu vergleichen mit Arbeit unter Zeitdruck oder Tätigkeiten, bei denen Fehlleistungen schwerwiegende Folgen haben, wie z. B. der Arbeit der Fluglotsen, nach Rosen et al. (1978) einer Berufsgruppe mit überdurchschnittlich hohem Risiko für Bluthochdruck.

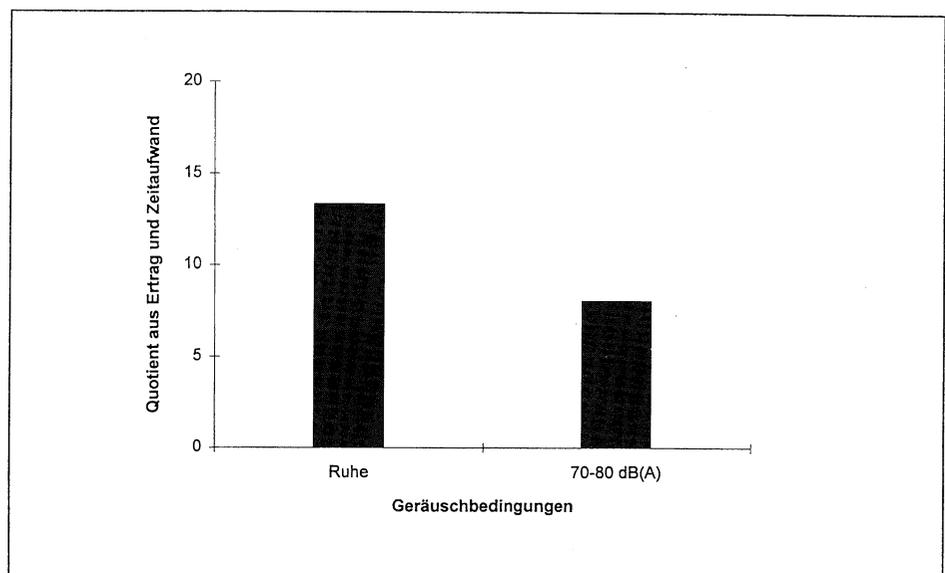


Bild 6: Leistungseffizienz bei der Bearbeitung von Verwaltungsaufgaben

Tabelle 4 faßt die Ergebnisse von Studien zusammen, die bei einer Erhöhung des Schallpegels um 13 dB bis 35 dB eine Zunahme des Blutdrucks während und nach Abschluß der Tätigkeit feststellten. Zum Vergleich werden die Blutdruckunterschiede zwischen hoher und niedriger Arbeitsbelastung bei Fluglotsen, für die eine höhere Hypertonierate als in der Durchschnittsbevölkerung ermittelt wurde, angegeben. Bei Maschinenbedienung ist der systolische Blutdruckanstieg durch eine 13-dB-Zunahme des Hintergrundlärms immerhin noch höher als beim Übergang zu hoher Arbeitsbelastung bei Fluglotsen. Das zeigt auch, daß sich schon eine relativ geringe Pegelminderung des Arbeitslärms auf gesundheitlich relevante Parameter deutlich auswirkt.

Tätigkeit	Dauer (h)	n	Belastungsänderung	Δp sys mm Hg	Δp dia mm Hg
Dauerschallpegel					
Seminar- teilnahme	6	42	40 / 60 dB(A)	1,7	1,2
Löten v. Schaltkreisen	7	57	50 / 85 dB(A)	3,4	1,8
Maschinen- bedienung	8	27	82 / 95 dB(A)	6,6	1,2
Arbeitsbelastung					
Fluglotsen- tätigkeit	8	123	Niedrige/hohe	4,3	2,9

Tabelle 4: Blutdruckveränderung bei Arbeit unter Lärmbelastung.
 Δp : Blutdruckzunahme beim Übergang zu dem höheren Lärmpegel. Zum Vergleich ist die Blutdruckzunahme beim Übergang von geringer zu hoher Arbeitsbelastung bei Fluglotsen angegeben. (Die angegebenen Blutdruckanstiege sind statistisch abgesichert. Die einzige Ausnahme wurde mit n.s. bezeichnet; Rosen et al., 1975).

Schönpflug und Wieland (1982) untersuchten die Häufigkeit krankheitsbedingter Fehltag in Abhängigkeit von der Häufigkeit der Lärmereignisse. Dabei wurden die Angestellten nach der Häufigkeit des störenden Verkehrslärms gefragt. Die Schallpegel lagen bei L_{Aeq} 30 dB(A) bis 60 dB(A) und wurde in Büros ermittelt, die durch Strassenverkehrslärm von unterschiedliche befahrenen Straßen belastet waren. **Tabelle 5** faßt die Ergebnisse zusammen.

Häufigkeit von Lärmereignissen	Prozentuale Zunahme krankheitsbedingter Fehltage
Extrem selten	(Bezugspunkt)
manchmal	13 %
häufig	25 %
sehr häufig	34 %

Tabelle 5: Zunahme der krankheitsbedingten Fehltage von Büroangestellten in Abhängigkeit von der Häufigkeit der Störungen durch Verkehrslärmereignisse (n = 66; der Trend ist statistisch abgesichert).

Schon allein vom wirtschaftlichen Standpunkt aus würde sich die Installation besserer Fenster (hohe Schalldämmung mit Zwangsbelüftung) schnell rentieren.

Auch in der sogenannten CORDIS-Studie (Melamed et al., 1992), in der Arbeiter in der Produktion untersucht wurden, war sowohl bei Männern als auch bei Frauen eine Zunahme der Fehltage zu beobachten (vgl. **Tabelle 6**).

Schallpegel	<75 dB(A)	75–84 dB(A)	>85 dB(A)
Männer	(Bezugspunkt)	25 %	67 %
Frauen	(Bezugspunkt)	21 %	–

Tabelle 6: Prozentuale Zunahme der Fehltage von Arbeitern in Abhängigkeit von der Lärmbelastung

4 Zusätzliche Belastungen

Lärm ist ein Stress-Faktor, der in der Regel nicht als einziger seine beeinträchtigende Wirkung entfaltet, sondern die Wirkung wird durch weitere Faktoren verstärkt.

Andere Umgebungsfaktoren wie **Beleuchtung** und **Raumklimabedingungen** können zusätzlich zur Stresswirkung beitragen.

Beispielsweise können gerade bei Büroräumen, die an verkehrsreichen Straßen gelegen sind, im Sommer die Fenster trotz hoher Innenraumtemperaturen aus Lärmgründen kaum geöffnet werden. Eine solche indirekte Lärmwirkung beeinträchtigt die Menschen natürlich ebenso – auch ohne daß eine Erhöhung des Innenraumpegels dafür verantwortlich gemacht werden kann. Dieses Beispiel zeigt eine Berührung mit dem Gebiet der Innenraumluft und dem Raumklima sowie mit dem Problem des »**Sick Building Syndrome**« (vgl. hierzu Clausen et al. 1993, die die durch Luftverschmutzung, hohe Raumtemperatur und Lärmpegel zwischen 40 dB(A) und 75 dB(A) verursachte Unbehaglichkeit verglichen). Die Kosten, die durch vermehrte Fehltage aufgrund nicht optimaler Innenraumbedingungen einschließlich Lärm ent-

stehen, sind um Größenordnungen höher als Investitionen zur Verbesserung der Innenraumbedingungen einschließlich dem Schallschutz in Büroräumen.

Zur optimalen Gestaltung der Innenraumbedingungen gehört natürlich ebenso die **ergonomische Gestaltung der Arbeitsplätze** (beispielsweise blendfreie Bildschirme, flimmerfreie Beleuchtung, frei einstellbare Sitzplätze, hinreichende Schreibtischgröße etc.).

Ein zusätzlicher Belastungsfaktor, der zu einer Verstärkung der Stress-Reaktionen führt, ist **Magnesium-Mangel** (Altura et al., 1992).

Das Magnesium-Ion wirkt als physiologischer Ca-Antagonist. Damit führt Magnesium u. a. zu einer Minderung des Tonus der glatten Muskulatur, zum Beispiel der Gefäße. In Stress-Situationen und bei Lärmeinwirkung wird Magnesium aus den Zellen freigesetzt. Die extrazelluläre Magnesium-Konzentration (Serum-Magnesium) steigt vorübergehend an, die intrazelluläre sinkt ab. Der lärmbedingte Anstieg der Serum-Magnesium-Konzentration reduziert die Stress-Reaktionen, führt gleichzeitig aber zu erhöhter Ausscheidung von Magnesium über die Nieren und langfristig zu einer Verarmung an intrazellulärem Magnesium.

Eine Verminderung des Magnesiums bewirkt also, daß der Mensch mit vermehrter Katecholaminfreisetzung bei Stress bzw. Lärm reagiert, so daß die Magnesium-Verarmung weiter verstärkt wird (Ising et al., 1986).

Da die Versorgung mit Magnesium durch die Nahrung nur knapp ausreichend ist, führt dieser Mechanismus bei einem Teil der Bevölkerung zu einer negativen Magnesium-Bilanz, wodurch u. a. das Risiko für Angina pectoris erhöht wird (Elwood et al., 1992).

Eine hinreichende Magnesium-Zufuhr durch die Nahrung, eventuell auch mit entsprechenden Präparaten, ist daher besonders bei längerer Stress- bzw. Lärmbelastung zur Erhaltung der Gesundheit erforderlich.

Über mögliche Zusammenhänge zwischen Lärmbelastung während der **Schwangerschaft** und vermehrtes Auftreten von Geburtsanomalien, Verminderung des Neugeborenenengewichtes, erhöhter Frühgeburtenrate und Säuglingssterblichkeit können noch keine definitiven Aussagen gemacht werden. Lärmeinwirkung ist aber aller Wahrscheinlichkeit nach kein geschädigender Risikofaktor.

Bezüglich des Schwangerschaftsverlaufs selbst wird die Belastung auf Grund von Lärm durch zusätzliche Belastungsfaktoren verstärkt. Untersuchungen haben gezeigt, daß das Risiko für einen drohenden Abort und für eine Schwangerschaftshypertonie bei Lärmbelastung und zusätzlicher Schichtarbeit auf etwa das Doppelte ansteigt. Es bestand auch eine Tendenz zur Schwangerschaftsverkürzung.

Inwieweit Hörverluste bei Kindern auf eine Lärmexposition der Mutter während der Schwangerschaft zurückzuführen sind, ist bislang ungeklärt. Prinzipiell sind zwei Mechanismen der Lärmeinwirkung auf den Fetus möglich: »indirekt« über extra-aurale Reaktionen der Mutter und »direkt« über eine Schallwahrnehmung des Fetus selbst. Der von externen Quellen verursachte Schallpegel innerhalb der Gebärmutter wird durch die Dämmwirkung der den Fetus umgebenden Gewebeschichten bzw. Flüssigkeiten bestimmt. Neuere Untersuchungen (Richards, 1992) ergaben einen wesentlich geringeren Dämmwert (hier nur 4 dB) als den von Klosterkötter (1974) mit 20 dB angegebenen Wert. Hinzu kommt, daß keine gesicherten Erkenntnisse über die Empfindlichkeit des fetalen Gehörs vorliegen. Man nimmt aber an, daß das fetale Gehör empfindlicher reagiert als das erwachsene Gehör. Weiterhin geht man davon aus, daß in den letzten drei Monaten der Schwangerschaft eine besondere Sensibilität vorliegt (Hepper et al. 1994). Der höchstzulässige Wert von $L_{Ar} = 85$ dB zur Vermeidung auraler Schäden basiert aber auf Datenmaterial, das von Untersuchungen erwachsener Ohren bei Einwirkung luftübertragenen Schalls ausgeht.

Schwangere dürfen aus Vorsorgegründen nicht an Lärm Arbeitsplätzen eingesetzt werden (Mutterschutzgesetz), wobei ein Richtwert von 80 dB(A) und die Vermeidung von Impulslärmbelastungen dringend empfohlen wird (Kommentar zum Mutterschutzgesetz von Zmarzlik et al. 1994).

Gestörte Erholungsmöglichkeit ist ebenfalls ein zusätzlicher Belastungsfaktor für den menschlichen Organismus, der seine Belastbarkeit reduziert. Das heißt, wenn sich Menschen nicht hinreichend regenerieren können, sinkt auch ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Stressfaktoren in ihrem Arbeitsalltag. Langfristig beeinträchtigen solche Belastungen also das Wohlbefinden, die Arbeitsfähigkeit und die Gesundheit.

Der Mensch ist zwar zunächst in der Lage, eine Vielzahl von Belastungen ohne Schaden zu ertragen, solange seine **Regeneration** nicht **gestört** sind. Aber bereits recht niedrige Lärmpegel (ab 10 dB(A) über dem Hintergrundgeräusch) führen beim Schlafenden schon zu einer Beschleunigung der Herzfrequenz und zu anderen Stress-Reaktionen, ohne daß dieser jedoch dadurch aufwacht. Im Schlafraum sollten die Maximalpegel 40 dB(A) nicht überschreiten (Interdisziplinärer Arbeitskreis, 1982).

Laute Wohnungen bedeuten also, daß sich der Mensch weniger von seinen Lärmbelastungen am Arbeitsplatz erholen kann. **Lärm am Arbeitsplatz und in der Wohnung** entfaltet in der Kombination teilweise eine wesentlich stärkere Wirkung als jeweils eine Lärmbelastung allein.

In einer Studie wurde die Arbeits- und Verkehrslärmbelastung bei einigen hundert Arbeitern ermittelt (Babisch et al., 1990). Die Ergebnisse sind in **Bild 7** dargestellt, und zwar für die beiden **Faktoren Gesamtcholesterin und Blutdruck** (systolisch). Die Kombination von Arbeits- und Verkehrslärm bewirken einen Anstieg des Gesamtcholesterin und des Blutdrucks. Der Verkehrslärm allein hatte keine Wirkung.

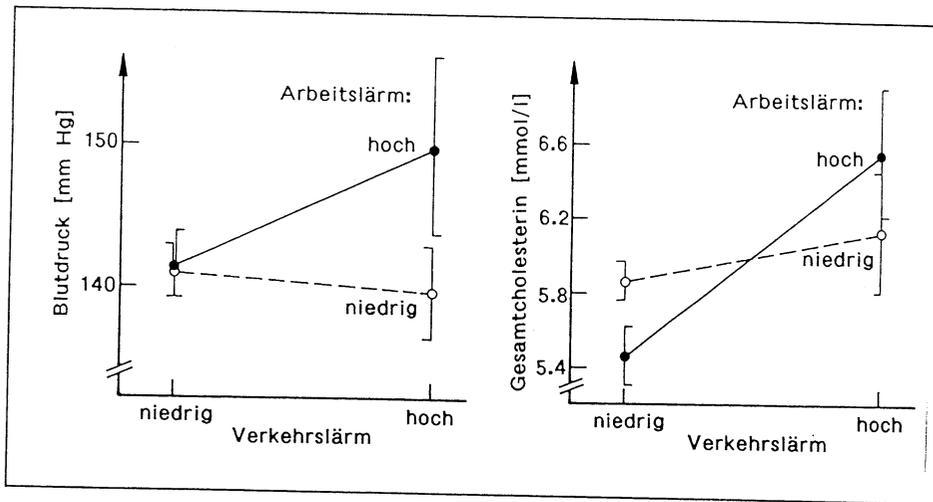


Bild 7 Auswirkungen von Arbeits- und Verkehrslärm auf den Blutdruck und den Gesamtcholesterinwert

Durch zusätzliche Belastung mit **Vibrationen** werden lärmbedingte Schlafstörungen deutlich verstärkt. Solche Belastungen kommen z. B. bei Schiffspersonal und LKW-Fahrern vor.

Lärm am Arbeitsplatz ist zwar »nur« ein Belastungsfaktor unter mehreren, wie aus **Bild 1** zu entnehmen ist, aber sicherlich derjenige, dem man schwerlich entgehen kann und der nahezu jeden betrifft. Zur Belastung wird Lärm an Büroarbeitsplätzen, weil die Aufgaben komplexer, und damit störanfälliger werden. An diesen Arbeitsplätzen werden ja nicht nur rein administrative oder Routinetätigkeiten ausgeübt, sondern zunehmend erfordern mehr Aufgaben ein höheres Maß an Planung, an Selbständigkeit, an Problemlösungsprozessen, an Kreativität, an Verantwortung, um nur einige Aspekte zu benennen. Weiterhin wird im Zuge der Aufhebung der (räumlichen) Trennung von Kopf- und Handarbeit Lärm verstärkt als Belastungsfaktor insbesondere in der Fertigung und Produktion angesehen werden. Denn immer mehr Tätigkeiten aus bisher ruhigeren werden in laute Bereiche verlegt (Bildschirmarbeitsplätze in der Produktion, Verzahnung von Konstruktion/Entwicklung und Fertigung). Es sind dies Arbeitsplätze, bei denen man bisher davon ausgegangen ist, bei Lärmpegeln von 80 dB(A) bis 85 dB(A) Gefährdungen durch Lärm weitgehend reduziert zu haben. Die erhöhten Arbeitsanforderungen an diesen Arbeitsplätzen erfordern, daß dort mittelfristig Lärmpegel bis 70 dB(A) angestrebt werden müssen.

In der Arbeitsstättenverordnung sind bisher schon die Einhaltung bestimmter Grenzwerte bei verschiedenen Tätigkeiten festgelegt und in der VDI Richtlinie 2058, Blatt 3, erläutert worden, aber angesichts der beschriebenen Entwicklung bedürfen diese Werte und Tätigkeiten einer differenzierten Bewertung und gegebenenfalls einer Reduzierung, wenn man die Belastung für die Betroffenen gering halten und die Gesundheit und Leistungsfähigkeit erhalten will. In Teilbereichen der Fertigung sind heute schon durch technische Maßnahmen 70 dB(A) erreichbar (Rau, 1994).

5 Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Ganz allgemein läßt sich festhalten, daß mit zunehmender Komplexität der Tätigkeit der Schallpegel gesenkt werden sollte. Die Komplexität von Tätigkeiten bemißt sich nach der Beanspruchung von Gedächtnisprozessen, Anforderungen an Konzentration und Aufmerksamkeit sowie der Verantwortung für Menschen und Material, die mit der Tätigkeit verbunden sind. Erste Anhaltspunkte für die Analyse von Tätigkeiten und Aufgaben im Hinblick auf ihre Komplexität, liefern die Antworten auf Fragen wie:

- Müssen für die Bearbeitung der Aufgabe **viele Informationen gleichzeitig** im Gedächtnis präsent gehalten werden?
Beispiel: Übersetzen, Erstellung von Texten (Berichte, Konzepte, Vorlagen), und Statistiken, Anwenden von Vorschriften oder Gesetzen, Mündliche Vermittlung von Informationen und Auskunfterteilung etc..
- Ist ein **kontinuierlich** hohes Maß an **Aufmerksamkeit** erforderlich?
Beispiel: Korrekturtätigkeiten, Eingabe von Daten, Überprüfung von Daten, Kontinuierliche Überwachungsprozesse etc..
- Sind in hohem Maße Planungs-, Problemlösungs- oder Rechenprozesse bei der Bearbeitung der Aufgabe notwendig, bei denen es zwingend auf **Korrektheit** und **Vollständigkeit der Zwischenergebnisse** ankommt, um die Aufgabe zu lösen?
Beispiel: Programmierung, Anfertigung von technischen und betriebswirtschaftlichen Plänen (CAD/CAM-Anwendungen, Marketing-Konzeptionen) und Entwürfen, Budget-Erstellungen, Plausibilitätsprüfungen
- Ist die Tätigkeit durch ein hohes Maß an **Verantwortung** gekennzeichnet?

Daher werden, gerade auch zur Vermeidung von individuellen, betriebs- und volkswirtschaftlichen Kosten, weitere Reduzierung der Grenzwerte vorgeschlagen (vgl. **Tabelle 7**), weil Lärmschutz dem **Wohlbefinden der Betroffenen** und dem Erhalt ihrer Gesundheit und Leistungsfähigkeit dienen soll und **nicht nur** der Einhaltung von **Lärmgrenzwerten**.

Arbeits-Tätigkeiten	zulässige Höchstwerte L_{Ar} in dB(A)	Maßnahmen	empfohlene Höchstwerte L_{Ar} in dB(A)
	90	Lärminderung durchführen Lärminderungsprogramm durchführen Geräuschangabe von Maschinen verlangen u. die leiseste auswählen Gehörschutz tragen an der Gehörvorsorge teilnehmen Lärbereiche kennzeichnen	75-85

Arbeits-Tätigkeiten	zulässige Höchstwerte L_{Ar} in dB(A)	Maßnahmen	empfohlene Höchstwerte L_{Ar} in dB(A)
Sonstige Tätigkeiten	85	Lärminderung durchführen Geräuschangabe von Maschinen verlangen u. die leiseste auswählen Gehörschutz zur Verfügung stellen an der Gehörvorsorge teilnehmen Lärbereiche ermitteln	75-85
Einfache und überwiegend Routinetätigkeiten - Buchen, Disponieren verlangen und die leiseste auswählen - Arbeiten an Büromaschinen - Verkaufen - Arbeiten im Meisterbüro	70	Lärminderung durchführen Geräuschangabe von Maschinen verlangen und die leiseste auswählen	45-55
überwiegend geistige Tätigkeiten - techn.-wiss. Arbeiten - Arbeiten in Funkzentralen - Entwerfen, Übersetzen - Korrektur schwieriger Texte - Führen von Sitzungen - Entwickeln v. Programmen	55	Lärminderung durchführen	35-45

Tabelle 7: Lärmgrenzwerte für Beurteilungspegel L_{Ar} nach der Arbeitsstättenverordnung (Spalte 2), die für bestimmte Arbeitstätigkeiten (Spalte 1) nicht überschritten werden dürfen. Maßnahmen (Spalte 3), die nach der EG-Richtlinie 86/188 der UVV Lärm in der Arbeitsstättenverordnung durchgeführt werden müssen. Empfohlene Werte (Spalte 4), die nach der Europäischen Norm DIN EN 11690-1 möglichst unterschritten werden sollen

Eine Reduzierung der Lärmbelastung am Arbeitsplatz (**Tabelle 8**)

- **erhöht die Arbeits- und Lebensqualität**
- **erhält das Gehör**
- **reduziert den Stress und dadurch bedingte Krankheiten**
- **verbessert die Leistung:**

Betriebsart/ Tätigkeit	Ursprüng- licher Pegel dB(A)	Pegel- senkung dB(A)	Leistungs- steigerung %
Baggertätigkeit	96	10	12
Maschinenfabrik	93	7	5
Konfektionsbetrieb	82	10	13
Büromaschinenmontage	78	12	13
Fernmeldeamt	65	9	17
Büro	–	10	12
Versicherungsanstalt	–	4	9
Maschinenschreiben	–	10	24
Verringerung der Fehler bei			
Maschinenschreiben	41	6	29
Computerarbeit	41	6	52

Tabelle 8: Leistungssteigerungen und Verringerungen von Fehlern durch Schallpegelsenkungen am Arbeitsplatz (Ergebnisse aus 10 Studien)

6 Schrifttum

Altura, B. M.: Altura, B. T., Gebrewold, A., Ising, H., Günther, T.: Noise induced hypertension and magnesium in rats: Relationship to microcirculation and Calcium. In: J. Applied Physiol. 72 (1992) 194–202.

Babisch, W; Ising, H.; Kruppa, B.; Wiens, D.: Verkehrslärm und Herzinfarkt; WaBoLu-Hefte, 2, 1992.

Babisch, W; Ising, H.; Gallacher, J.; Elwood, P.; Sweetman, R.; Yarnell, J.; Bainton D. & Baker I.: Traffic noise, work noise, and cardiovascular risk factors. The Caerphilly and Speedwell Collaborative Heart Disease Stud. In: Environ. Intern. 16 (1990), 425–435.

Clausen, G. et al.: A comparative study of discomfort caused by indoor air pollution, thermal load and noise. In: *Indoor Air* (1993), 255–262.

Dejoy, D. M.: A report on the status of research on the cardiovascular effects of noise. In: *Noise Control Engineering J.* 23 (1984), 32–39.

Elwood, P. C., Fehily, A. M., Sweetnam, P. M., Yarnell, J. W. G.: Dietary Mg and prediction of heart disease. In: *Lancet* 340 (1992), 483.

Griefahn, B.: Schlafverhalten und Geräusche. Stuttgart: Enke, 1985.

Guski, R.: Über Zusammenhänge zwischen Kreislauf- und Belastungsreaktionen auf Straßenverkehrslärm in Wohngebieten. In: *Z. Lärmbekämpfung*, 27 (1980), 126–132.

Interdisziplinärer Arbeitskreis für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt: Beeinträchtigung des Schlafes durch Lärm. In: *Z. Lärmbekämpfung* 29 (1982), 13–16.

Ising, H.: Stress-Reaktionen und Gesundheitsrisiko bei Verkehrslärmbelastung. *WaBoLu-Berichte 2/1983*, Berlin: Dietrich Reimer Verlag, 1983*.

Ising, H., Babisch, W., Kruppa, B., Lindthammer, A. & Wiens, D.: Chronischer Arbeitslärm – ein wesentlicher Risikofaktor für Herzinfarkt. – Ergebnisse der Berliner Lärmstudie – Bundesgesundheitsblatt, 1995.

Ising, H.; Bertschat, F.; Ibe, K.; Goossen, C. & Hengst, G.: Stress induced Ca/Mg shifts and vascular response in animal and men; comparison to electrolyte alterations in myocardial infarction patients. In: *Magnesium Bulletin* 8 (1986) 95–103.

Ising, H. & Kruppa, B. (Hrsg.): Lärm und Krankheit. Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/New York, 1993.

Ising, H.; Plath, P.; Rebentisch, E.; Sust, Ch. A.: Wirkungen von Lärm auf das Gehörorgan – Effekte, Mechanismen, Prävention – Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 97, Lärmbeurteilung – Gehörschäden, Dortmund, 1996.

Jansen, G.: Research on extraaural noise effects since 1973. In: Tobias, J. V., Jansen, G., Dixon Ward, W. (eds.): *Noise as a public health problem. Proceedings of the 3rd International Congress.* The American Speech-Language-Hearing Association, Rockville, Maryland 1980.

Jansen, G.: Zur Entstehung vegetativer Funktionsstörungen durch Lärmeinwirkung. In: *Arch. Gewerbepath. u. Gewerbehyg.* 17 (1959), 238–261.

Jong, R. G. de: Extraaurale Wirkungen von Fluglärm auf die Gesundheit – eine Literaturübersicht. In: *Bundesgesundheitsblatt* 35 (1992) 126–129.

Klosterkötter, W.: Experimentelle Untersuchungen zur Frage der Lärmgrenz-

werte für werdende Mütter am Arbeitsplatz. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – Forschung – Nr. 132, Dortmund, 1974

Kryter, K. D.: The effects of noise on man. Orlando, Fl.: Academic Press, 2. Aufl. 1985*.

Maschke, C.; Ising, H. & Arndt, D.: Nächtlicher Verkehrslärm und Gesundheit. Bundesgesundheitsblatt 1995.

Melamed, S.; Luz, J.; Green, M.: Noise exposure, noise annoyance, and their relation to psychological distress, accident and sickness absence among blue-collar workers. The CORDIS Study. *Isr. J. Med. Sci.* 28 (1992), 629–635.

Michalak, R.; Ising, H. & Rebentisch, E.: Acute circulatory effects of military low-altitude flight noise. In: *Int. Arch. Occ. Env. Health* 62 (1990), 365–372.

Müller, D., Bellach, B., Dortschy, R., Kahl, H.: Umwelteinwirkungen und Beschwerdeshäufigkeit – Längs-schnittauswertung, Kohortenstudie 1974–1985. Institut für Sozialmedizin und Epidemiologie des Bundesgesundheitsamtes, Berlin, 1994.

Oberlandesgericht Schleswig Holstein, Schadenersatz nach Herzinfarkt durch Tieffluglärm, Urteil vom 18. 8. 1988, Zitiert in: *Z. Lärmbekämpfung* 37 (1990), 24–26.

Rau, G. & Roßner, K.: Bestandsaufnahme und Minderung der Geräuschbelastung an Arbeitsplätzen mit Bildschirmgeräten in der Produktion. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – Forschung – Nr. 702, Dortmund, 1994.

Rebentisch, E.; Lange-Aschenfeld, H. & Ising, H.: Gesundheitsgefahren durch Lärm. BGA-Schriften 1/94, München: MMV Medizin Verlag, 1994.

Schönpflug, W. & Wieland, R.: Untersuchung zur Äquivalenz schwankender Schallpegel – Schwankende Schallpegel, Leistungshandeln und Wechsel von Arbeit und Erholung. Berlin, Umweltbundesamt, 1982.

Schust, M.: Auditory and non-auditory effects of combined noise and heat exposure. In: *Noise & Man, Proceeding of the 6th Int. Congress of the ICBEN*, 5–9. July, 1993, Vol2, 303–306.

Schwarze, S.: Langjährige Lärmbelastung und Gesundheit. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – Forschung – Nr. 636, Dortmund, 1991

Selye, A.: Stress in health and disease. Butterworth, Bodon-London, 1976.

Spreng, M.: Risikofaktor Lärm – physiologische Aspekte. *Therapiewoche* 34 (1984), 3765–3772*.

Sust, Ch. A.: Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse, Nr. 100: Lärmbeurteilung – Büro-Arbeitsplätze. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 1996.

Sust, Ch. A.: Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse, Nr. 103: Lärmbeurteilung – Schule, Aus- und Weiterbildung. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 1996.

Sust, Ch. A.: Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse, Nr. 102: Lärmbeurteilung – Montagetätigkeiten. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 1996.

Sust, Ch. A.: Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse, Nr. 101: Lärmbeurteilung – Überwachungs- und Steuerungstätigkeiten. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 1996.

Zhao, Y., Zhang, S., Selvin, S., Spear, R. C.: Zur Dosis-Wirkungs-Beziehung von arbeitslärmbedingtem Bluthochdruck. Bundesgesundheitsblatt 35 (1992) 133–134.

Zmarzlik, J. et al.: Mutterschutzgesetz, Mutterschaftsleistungen, Bundeserziehungsgeld. 7. Neubearb. und erw. Auflage, Heymann Verlag, Köln, 1994.

Jetzt griffbereit in

3 SAMMELORDNERN

Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse

Forschungsergebnisse für die Praxis

mit allen bisher erschienenen Ausgaben

Anrecht auf Nachlieferung an die Abonnenten

Inhaltsverzeichnis

„Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse“

Band 1

1/79	Lärminderung durch Abschirmung
2/79	Bildschirmarbeitsplätze (2. Auflage 1989)
3/79	Werkzeuge – Schraubendreherhefte
4/79	Werkzeuge – Feilenhefte
5/79	Lärminderung – Behälterfertigung 1
6/79	Lärminderung – Druckluftauslaß
7/79	Lärminderung – Getränkeabfüllung 1
8/79	Lärminderung – Holzbearbeitung 1
9/79	Lärminderung – Putztrommel
10/79	Lärminderung – Schnellläuferpresse 1
11/79	Lärminderung – Begriffssammlung
1/80	Kassenarbeitsplätze
2/80	Lärminderung – Zangenvorschub 1
3/80	Lärminderung – Druckluftnagler
4/80	Lärminderung – Schwingförderer
5/80	Lärminderung – Gleitschleifmaschinen
6/80	Lärminderung – Schnellläuferpresse 2
7/80	Lärminderung – Druckluftanwendung 1
8/80	Lärminderung – Behälterfertigung 2
9/80	Lärminderung – Blechcontainer 1
10/80	Lärminderung – Blechcontainer 2
11/80	Lärminderung – Blechcontainer 3
12/80	Lärminderung – Schleifpapierherstellung
1/81	Lärminderung – Förderbandaufgabestation
2/81	Lärminderung – Luftansauggeräusche
3/81	Lärminderung – Hydraulikpresse
4/81	Lärminderung – Zangenvorschub 2
5/81	Stehbelastung – Verkaufspersonal
6/81	Schwingungsminderung – Fahrersitze
1981	Keine weiteren Veröffentlichungen
1982	Keine weiteren Veröffentlichungen
1/83	Personensicherungssysteme – Einzelarbeitsplätze
2/83	Innerbetriebliche Verkehrsdiagnose
3/83	Innerbetriebliche Verkehrstherapie
4/83	Schienenfahrzeuge – Rangierhilfen

Ab 1984 neue Numerierung nach dem Dezimalstellensystem

Nr. 1	Lärminderung – Holzbearbeitung 2
Nr. 2	Lärminderung – Holzbearbeitung 3
Nr. 3	Lärminderung – Holzbearbeitung 4
Nr. 4	Lärminderung – Holzbearbeitung 5
Nr. 5	Lärminderung – Holzbearbeitung 6
Nr. 6	Lärminderung – Holzbearbeitung 7
Nr. 7	Lärminderung – Holzbearbeitung 8
Nr. 8	Lärminderung – Körperschalldämpfung
Nr. 9	Lärminderung – Abschirmung 2
Nr. 10	Lärminderung – Getränkeabfüllung 2
Nr. 11	Lärminderung – Metallbearbeitung 1
Nr. 12	Lärminderung – Metallbearbeitung 2
Nr. 13	Lagerung von Coils
Nr. 14	Lagerung von Bandstahlringen
Nr. 15	Lärminderung – Dämpfungsbelege
Nr. 16	Lärminderung – Getränkeabfüllung 3
Nr. 17	Arbeitsplatzgestaltung – Sehbehinderte

Band 2

Nr. 18	Lärminderung – Blechbearbeitung 1
Nr. 19	Lärminderung – Metallbearbeitung 3
Nr. 20	Lärminderung – Blechbearbeitung 2
Nr. 21	Lärminderung – Blechbearbeitung 3
Nr. 22	Lärminderung – Getränkeabfüllung 4
Nr. 23	Lärminderung – Getränkeabfüllung 5
Nr. 24	Lärminderung – Rutschen
Nr. 25	Lärminderung – Schmieidepressen
Nr. 26	Lärminderung – Schleifscheiben – Fertigdrehmaschine
Nr. 27	Lärminderung – mechanische Schneidpresse
Nr. 28	Lärminderung – Schnellläuferpresse 3
Nr. 29	Lärminderung – Bandsäge
Nr. 30	Lärminderung – Gußkästenausleerstation
Nr. 31	Schwingungsminderung – Fahrersitze 2
Nr. 32	Schwingungsminderung – Fahrersitze 3
Nr. 33	Schwingungsminderung – Krankabine
Nr. 34	Schwingungsminderung – Motorkettensägen
Nr. 35	Schwingungsminderung – Elektroböhrhammer
Nr. 36	Gestaltung von Schmiedezangen
Nr. 37	Arbeitsitze 1
Nr. 38	Metallbearbeitung 4
Nr. 39	Arbeitsitze 2
Nr. 40	Lärminderung – Bohr- und Gewindehalbautomat
Nr. 41	Lärminderung – Transporteinrichtung 1
Nr. 42	Lärminderung – 350-KN Exzenterpresse
Nr. 43	Lärminderung – Drahtflechtmaschine
Nr. 44	Lärminderung – Transporteinrichtung 2
Nr. 45	Lärminderung – Transporteinrichtung 3
Nr. 46	Lärminderung – Metallbearbeitung 5
Nr. 47	Lärminderung – Transporteinrichtung 4
Nr. 48	Lärminderung – Drahtabkühlrolle
Nr. 49	Lärminderung – Transporteinrichtung 5
Nr. 50	Lärminderung – Schweißautomat
Nr. 51	Lärminderung – Kathodenofen
Nr. 52	Lärminderung – Wendelwickelmaschine
Nr. 53	Lärminderung – Offsetrotationsdruckmaschine
Nr. 54	Verwendung von Stehhilfen
Nr. 55	Arbeitsplatzcomputer – Geräuschemission
Nr. 56	Lärminderung – Verschleißmaschine
Nr. 57	Lärminderung – Blechbearbeitung 4
Nr. 58	Lärminderung – Blechbearbeitung 5
Nr. 59	Lärminderung – Kunststoffspritzgießmaschine
Nr. 60	Lärminderung – Metallkreissäge
Nr. 61	Lärminderung – Vorschmelzofen
Nr. 62	Lärminderung – Zusammenbau
Nr. 63	Korrekturbrillen am Arbeitsplatz
Nr. 64	Lichttechnische Gestaltung von Halleneinfahrten
Nr. 65	Persönliche Schutzausrüstung 1
Nr. 66	Persönliche Schutzausrüstung 2
Nr. 67	Persönliche Schutzausrüstung 3
Nr. 68	Lärminderung – Transporteinrichtung 6
Nr. 69	Lärminderung – Transporteinrichtung 7
Nr. 70	Lärminderung – Transporteinrichtung 8

Band 3

Nr. 71	Lärminderung – Materialauswurf 1
Nr. 72	Lärminderung – Materialauswurf 2
Nr. 73	Lärminderung – Rohrreinigung
Nr. 74	Lärminderung – Rohrbearbeitung
Nr. 75	Lärminderung – Nibbelmaschine
Nr. 76	Lärminderung – Rommeln
Nr. 77	Lärminderung – Druckluftbohrmaschine
Nr. 78	Reinigung von Fliesen in Großküchen
Nr. 79	Lärminderung an Kommunalfahrzeugen
Nr. 80	Einsatz von Steinverlegegeräten
Nr. 81	Handgeschobene Wagen
Nr. 82	Lärminderung – Metallbearbeitung 6
Nr. 83	Stellteile
Nr. 84	Beleuchtungsanlagen
Nr. 85	Geräuschdatenblatt
Nr. 86	Kfz-Werkstätten
Nr. 87	Hochseefischerei
Nr. 88	Geräuschemission 1
Nr. 89	Geräuschemission 2
Nr. 90	Geräuschemission 3
Nr. 91	Geräuschemission 4
Nr. 92	Mischarbeit in Büro und Verwaltung 1
Nr. 93	Mischarbeit in Büro und Verwaltung 2
Nr. 94	Mischarbeit in Büro und Verwaltung 3
Nr. 95	Arbeitsschutz beim Schweißen
Nr. 96	Goldschmiede- und Schmuckarbeiten

Stand: Juli 1996