

# 0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel

Einführung in die Grundbegriffe und die quantitative Erfassung des Lärms

von

**Dr.-Ing. Jürgen H. Maue**

Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BIA

begründet von

**Dipl.-Ing. rer. pol. Heinz Hoffmann †**

und

**Dr. rer. nat. Arndt von Lüpke †**

Herausgeber:

Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BIA  
des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V.  
Fachbereich: Arbeitsgestaltung – Physikalische Einwirkungen, Sankt Augustin

8., aktualisierte und erweiterte Auflage

---

ERICH SCHMIDT VERLAG

## Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

1. Auflage 1975
2. Auflage 1976
3. Auflage 1979
4. Auflage 1986
5. Auflage 1990
6. Auflage 1993
7. Auflage 1999
8. Auflage 2003

ISBN 3 503 07470 8

Alle Rechte vorbehalten

© Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., Berlin 2003  
[www.ESV.info](http://www.ESV.info)

Dieses Papier erfüllt die Frankfurter Forderungen der Deutschen Bibliothek und der Gesellschaft für das Buch bezüglich der Alterungsbeständigkeit und entspricht sowohl den strengen Bestimmungen der US Norm Ansi/Niso Z 39.48-1992 als auch der ISO Norm 9706.

Satz: multitext, Berlin  
Druck: Regensburg, Münster

## Vorwort

Dieses im Jahre 1975 erstmalig herausgegebene Buch mit dem einprägsamen Titel „0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel“ zählt heute wohl schon zu den „Klassikern“ unter den Schriften zu akustischen Grundlagen und zur Lärm- messtechnik und wurde in mehreren überarbeiteten Auflagen immer wieder dem aktuellen Stand von Gesetzgebung, Normung und Messgerätetechnik angepasst. Begründet wurde das Werk von Dr. Heinz Hoffmann von der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie und Dr. Arndt von Lüpke vom damaligen Institut für Lärmbekämpfung, das im Jahre 1980 in das Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitsschutz – BIA eingegliedert wurde. Die beiden Begründer dieses Werkes sind inzwischen verstorben und standen schon für die im Jahre 1998 durchgeführte vollständige Neubearbeitung nicht mehr zur Verfügung.

Die nun vorliegende 8. Auflage des Buches wurde wiederum in einigen Abschnitten aktualisiert und mit vielen kleineren Änderungen versehen, z.B. um komplizierte Zusammenhänge leichter verständlich zu machen. Ergänzend aufgenommen wurden die neuen Europäischen Richtlinien zum Lärm- schutz in der Umwelt (2002/49/EG) und am Arbeitsplatz (2003/10/EG). Daraus werden sich grundlegende Veränderungen in den Gesetzen für den Umweltlärm und für den Arbeitslärm ergeben, von denen neue, positive Impulse für den Lärmschutz ausgehen werden und die eine zunehmende Bedeutung dieser Thematik erwarten lassen.

Dieses Taschenbuch bietet eine Hilfestellung bei der Lösung der dabei entstehenden Fragen und Probleme an. Die Ausführungen zur Schallphysik, zur Lärmwirkung auf den Menschen und zur Lärmesstechnik sollen es dem Leser ermöglichen, die gesetzlichen Vorschriften, die zahlreichen Normen und Richtlinien und die Fachliteratur besser zu verstehen und sich in konkrete akustische Sachfragen und Messaufgaben einzuarbeiten.

Sankt Augustin, im Mai 2003

Dr. Jürgen H. Maue

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	5
Tabelle der Formelzeichen und Größen .....	11
<b>1 Zielsetzung des Buches.....</b>	<b>15</b>
<b>2 Bedeutung des Lärms.....</b>	<b>17</b>
2.1 Lärm am Arbeitsplatz .....	18
2.2 Lärm in der Umwelt .....	22
<b>3 Gesetzliche Bestimmungen.....</b>	<b>24</b>
3.1 Lärmschutzvorschriften am Arbeitsplatz .....	24
3.2 Lärmschutzvorschriften im Umweltbereich.....	32
<b>4 Akustische Grundbegriffe und Größen zur quantitativen Erfassung von Schall.....</b>	<b>42</b>
4.1 Schall.....	42
4.1.1 Definition des Schalls.....	42
4.1.2 Entstehung von Luftschall .....	43
4.1.3 Wellenlänge und Frequenz .....	44
4.1.4 Schallgeschwindigkeit .....	46
4.2 Ton, Klang, Geräusch .....	48
4.3 Schallfeldgrößen.....	50
4.3.1 Schalldruck .....	50
4.3.2 Schallschnelle .....	52
4.3.3 Schallintensität .....	52
4.3.4 Schalleistung .....	55
4.4 Pegelmaße .....	56
4.4.1 Schalldruckpegel.....	56
4.4.2 Schallintensitätspegel.....	61
4.4.3 Schalleistungspegel.....	62
4.5 Rechnen mit Pegelwerten .....	64
4.5.1 Allgemeine Grundlagen.....	64
4.5.2 Pegeladdition .....	67
4.5.3 Pegelsubtraktion.....	72
4.5.4 Pegelmittelung .....	73
4.6 Schallfelder, Schallausbreitung in Räumen .....	75

4.6.1	Freies Schallfeld .....	75
4.6.2	Diffuses Schallfeld .....	78
4.6.3	Schallfeld in Industrieräumen .....	79
4.7	Schallspektrum .....	80
4.7.1	Erläuterung des Schallspektrums .....	80
4.7.2	Messtechnik für die Frequenzanalyse .....	81
4.7.3	Arten von Frequenzfiltern .....	82
4.7.4	Umrechnen von Schallspektren .....	86
<b>5</b>	<b>Schallempfindungen und -auswirkungen</b> .....	<b>89</b>
5.1	Aufbau und Funktion des Ohres .....	89
5.2	Empfindung von Schalldruckpegeln und Frequenzen .....	91
5.3	Audiometrische Prüfung des Gehörs .....	93
5.4	Einfluss des Alters auf das Hörvermögen .....	95
5.5	Schädigung des Gehörs durch Lärm .....	97
5.6	Andere Auswirkungen von Lärm .....	100
5.6.1	Sprachliche Verständigung und Signalwahrnehmung .....	100
5.6.2	Störwirkungen und vegetative Reaktionen .....	100
<b>6</b>	<b>Schallmesstechnik</b> .....	<b>103</b>
6.1	Frequenzbewertung .....	103
6.2	Lautstärkepegel und Lautheit .....	106
6.3	Zeitbewertung .....	109
6.4	Äquivalenter Dauerschallpegel .....	112
6.5	Zuschläge .....	120
6.5.1	Impulszuschlag .....	117
6.5.2	Sonstige Zuschläge .....	120
6.6	Aufbau und Funktion des Schallpegelmessers .....	120
<b>7</b>	<b>Geräuschimmissionsmessung</b> .....	<b>124</b>
7.1	Bedeutung des Beurteilungspegels .....	125
7.2	Orts- und personenbezogene Beurteilung am Arbeitsplatz ..	126
7.3	Ortsfeste und personengebundene Messung .....	127
7.4	Kennzeichnende Geräuschimmission am Arbeitsplatz .....	130
7.5	Bilden von Teilzeiten .....	130
7.6	Berechnen des Beurteilungspegels am Arbeitsplatz .....	132
7.6.1	Berücksichtigung von Zuschlägen .....	132
7.6.2	Berechnung des Beurteilungspegels aus Teilzeitpegeln .....	133

---

<b>8</b>	<b>Geräuschemissionsmessung</b> . . . . .	136
8.1	Bedeutung der Geräuschemissionskennwerte. . . . .	136
8.2	Normen zur Bestimmung der Emissionskennwerte. . . . .	141
8.3	Messverfahren zur Bestimmung des Schallleistungspegels . . .	144
8.4	Bestimmen des Schallleistungspegels nach dem Hüllflächen-Verfahren. . . . .	146
8.4.1	Anwendungsbereiche der Schalldruck- und Schallintensitäts-Messmethode. . . . .	146
8.4.2	Theoretische Grundlagen des Hüllflächen-Verfahrens . . . . .	148
8.4.3	Hüllflächen-Messung nach der Schalldruck-Messmethode. . .	149
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung</b> . . . . .	156
<b>10</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> . . . . .	159
10.1	Rechtsvorschriften . . . . .	159
10.2	Normen und VDI-Richtlinien . . . . .	161
10.3	Regeln, Merkblätter, Informationsblätter und Broschüren . . .	168
10.4	Zitierte Einzelaufsätze, Forschungsberichte und Bücher. . . . .	171
10.5	Nicht zitierte, weiterführende Literatur . . . . .	175
	Stichwortverzeichnis . . . . .	177