

0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel

*Einführung in die Grundbegriffe
und die quantitative Erfassung
des Lärms*

Von
Dr.-Ing. Jürgen H. Maue
Institut für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung – BGIA

Begründet von
Dipl.-Ing. Dr. rer. pol. Heinz Hoffmann †
und
Dr. rer. nat. Arndt von Lüpke †

Herausgeber:
Institut für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung – BGIA,
Sankt Augustin

9., neu bearbeitete und erweiterte Auflage

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.

Weitere Informationen zu diesem Titel finden Sie im Internet unter
ESV.info/978 3 503 11488 7

1. Auflage 1975
2. Auflage 1976
3. Auflage 1979
4. Auflage 1986
5. Auflage 1990
6. Auflage 1993
7. Auflage 1999
8. Auflage 2003
9. Auflage 2009

ISBN 978 3 503 11488 7

Alle Rechte vorbehalten

© Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., Berlin 2009
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: Druckerei Strauss GmbH, Mörlenbach

Vorwort

Wenn man heute die Zeitung aufschlägt, liest man fast täglich etwas über die Lärmbelästigung von Bürgern. In vielen Fällen handelt es sich um so genannten Freizeitlärm, z. B. durch einen Sportflugplatz, Motorradfahrer oder ein traditionelles Volksfest. Es scheint fast so, als sei unsere Gesellschaft empfindlicher gegenüber Lärm geworden. In anderen Bereichen haben neue gesetzliche Regelungen, wie z. B. die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung vom 06. März 2007, dazu geführt, dass der Lärmschutz in Deutschland in den letzten Jahren eine zunehmende Bedeutung erlangt hat. Viele Betriebe sahen sich veranlasst neue Lärmmessungen durchzuführen und sich Gedanken über geeignete Lärminderungsmaßnahmen zu machen. Es gibt offenbar viele Personen, die sich mit dem Thema Lärm auseinandersetzen und einen Einstieg in diese Thematik suchen.

Eine Hilfe dabei bietet dieses Taschenbuch „0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel“, das erstmalig im Jahre 1975 herausgegeben wurde und nunmehr in der 9. Auflage vorliegt. Begründet wurde es von den Herren Dr. Heinz Hoffmann und Dr. Arndt von Lüpke, die jedoch beide verstorben sind und schon für die im Jahre 1998 als 7. Auflage herausgegebene vollständige Neubearbeitung nicht mehr zur Verfügung standen. Die Änderungen in der Gesetzgebung, in der Normung und verschiedene neu eingeführte Begriffe machten jetzt eine weitere umfangreiche Überarbeitung erforderlich.

Das Taschenbuch richtet sich an den Betriebspraktiker, der gegebenenfalls eigene Geräuschmessungen durchführen oder sich zu Lärmfragen schriftlich äußern muss. Dazu werden die akustischen Grundlagen, die Lärmwirkungen auf den Menschen und die Durchführung von Geräuschmessungen in leicht verständlichen Worten erläutert. Durch die besondere Hervorhebung der wesentlichen Inhalte und Definitionen ermöglicht das Taschenbuch eine schnelle Einarbeitung in alle mit der Messung und Beurteilung von Lärm zusammenhängenden Fragen. Darüber hinaus eignet es sich als Nachschlagewerk für den erfahrenen Messtechniker und Ingenieur, der darin beispielsweise die relevanten Normen, gesetzlichen Vorschriften und die anzuwendenden Rechenformeln findet. Für den tieferen Einstieg in einzelne Themenbereiche wird auf zahlreiche aktuelle Publikationen verwiesen.

Sankt Augustin, im Januar 2009

Dr. Jürgen H. Maue

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Tabelle der Formelzeichen und Größen	11
1 Zielsetzung des Buches.....	15
2 Bedeutung des Lärms.....	17
2.1 Lärm am Arbeitsplatz	18
2.2 Lärm in der Umwelt	22
3 Gesetzliche Bestimmungen.....	25
3.1 Lärmschutzvorschriften am Arbeitsplatz	25
3.2 Lärmschutzvorschriften im Umweltbereich.....	33
4 Akustische Grundbegriffe und Größen zur quantitativen Erfassung von Schall.....	43
4.1 Schall.....	43
4.1.1 Definition des Schalls.....	43
4.1.2 Entstehung von Luftschall	44
4.1.3 Wellenlänge und Frequenz	46
4.1.4 Schallgeschwindigkeit	48
4.2 Ton, Klang, Geräusch	50
4.3 Schallfeldgrößen.....	52
4.3.1 Schalldruck	52
4.3.2 Schallschnelle	54
4.3.3 Schallintensität	54
4.3.4 Schalleistung	57
4.4 Pegelmaße	58
4.4.1 Schalldruckpegel.....	58
4.4.2 Schallintensitätspegel.....	63
4.4.3 Schalleistungspegel.....	64
4.5 Rechnen mit Pegelwerten	66
4.5.1 Allgemeine Grundlagen.....	66
4.5.2 Pegeladdition	69
4.5.3 Pegelsubtraktion.....	74
4.5.4 Pegelmittelung	75
4.6 Schallfelder, Schallausbreitung in Räumen	76

4.6.1	Freies Schallfeld	77
4.6.2	Diffuses Schallfeld	79
4.6.3	Schallfeld in Industrieräumen	80
4.7	Schallspektrum und Frequenzanalyse	81
4.7.1	Erläuterung des Schallspektrums	81
4.7.2	Messtechnik für die Frequenzanalyse	83
4.7.3	Arten von Frequenzfiltern	84
4.7.4	Umrechnen von Schallspektren	87
5	Schallempfindungen und -wirkungen.	89
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	101
5.6.2	Störwirkungen und vegetative Reaktionen	101
5.7	Wechselwirkungen von Lärm mit Vibrationen und ototoxischen Substanzen.	104
6	Schallmesstechnik.	106
6.1	Frequenzbewertung.	106
6.2	Lautstärkepegel und Lautheit	109
6.3	Zeitbewertung	112
6.4	Äquivalenter Dauerschallpegel.	115
6.5	Zuschläge	120
6.5.1	Impulszuschlag.	120
6.5.2	Sonstige Zuschläge.	123
6.6	Aufbau und Funktion des Schallpegelmessers	123
7	Geräuschimmissionsmessung.	128
7.1	Bedeutung des Beurteilungspegels und des Lärmexpositionspegels	129
7.2	Bestimmung des Lärmexpositionspegels	130
7.2.1	Orts- und personenbezogene Beurteilung.	130
7.2.2	Ortsfeste und personengebundene Messung.	131
7.2.3	Repräsentative Arbeitsschicht - Arbeitsanalyse	133
7.2.4	Tages- und Wochen-Lärmexpositionspegel	135
7.2.5	Messstrategien	137

7.2.6	Bestimmung des Lärmexpositionspegels durch tätigkeitsbezogene Messungen	140
8	Geräuschemissionsmessung	147
8.1	Bedeutung der Geräuschemissionskennwerte	147
8.2	Normen zur Bestimmung der Emissionskennwerte	152
8.3	Messverfahren zur Bestimmung des Schallleistungspegels ...	155
8.4	Bestimmen des Schallleistungspegels nach dem Hüllflächen-Verfahren	157
8.4.1	Anwendungsbereiche der Schalldruck- und Schallintensitäts-Messmethode	157
8.4.2	Theoretische Grundlagen des Hüllflächen-Verfahrens	158
8.4.3	Hüllflächen-Messung nach der Schalldruck-Messmethode ...	160
9	Zusammenfassung	167
10	Literaturverzeichnis	169
10.1	Rechtsvorschriften	169
10.2	Normen und VDI-Richtlinien	172
10.3	Regeln, Merkblätter, Informationsblätter und Broschüren ...	179
10.4	Zitierte Einzelaufsätze, Forschungsberichte und Bücher.	183
10.5	Nicht zitierte, weiterführende Literatur	189
	Stichwortverzeichnis	193