

Berichte aus der Physik

Werner Litzow

Die Physik in der Musik II

2. überarbeitete und erweiterte Auflage

Shaker Verlag
Aachen 2010

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Copyright Shaker Verlag 2010

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-9019-1

ISSN 0945-0963

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Die Physik in der Musik II

2. Überarbeitete und erweiterte Fassung

Werner Litzow

Die in den Ausführungen enthaltene Vielzahl von Zahlen und Zahlenverhältnissen können vielleicht erschrecken, sie zeigen jedoch, dass es in der Musik viele festgelegte Schwingungsverhältnisse gibt, wobei hier noch nicht alle erwähnt werden.

	Seite
Inhaltsverzeichnis	5
Vorwort	9
Die Physik in der Musik II	11
Musikalische Akustik	11
Höreindrücke	11
Schall, Geräusch, Knall, Ton, Klang	
Toneigenschaften	12
Tonstärke, Tonhöhe, Klangfarbe, Tonspektrum	
Obertonreihe	14
Noten, Schwingungsverhältnisse, Kirchentonarten, Anhang 1 Seite 107	
Diatonische Tonleiter und Intervalle	17
Durtonleiter, Quintenzirkel, Konsonanz, Dissonanz, Erklärungstheorien, Oktaveinteilungen, Erklärungen zur Pentatonik und Ganztonleiter, Moll-Tonleitern, Terzenzirkel	
Chromatische Tonleiter und Intervalle	26
Halbtöne, Diatonik, Chromatik, Modulation, syntoni- sches Komma, pythagoreische Septime, Vergleich diatonische- und pythagoreische Tonleiter, kompleme- täre und chromatische Intervalle, chromatische und harmonische Skala, spezielle Frequenzverhältnisse	
Einordnung in Stimmlagen	33
Musikalische Stimmungen	33
Pythagoreische- (Limma, pythag. Terz), mitteltönige-, reine-, temperierte- und wohltemperierte Stimmung	
Erlangung der gleichmäßig temperierten Stimmung	38
Unterteilung in gleiche Intervalle, Oktav- und Quinten- Schritte, pythagoreisches Komma, Vergleich tempe- rierte - reine Stimmung, Anhang 2, 3, 4 ab Seite 108	

	Seite
Musikinstrumente	40
Frequenzbereiche, Stimmlagen, Klavier, Einstimmen, Streichinstrumente, Holzblasinstrumente, Blechblas- Instrumente und ihr Impedanzverhalten, Obertonver- gleich, Formanten bei Musikinstrumenten, Orgel, Klangfarbe, Tritonus	
Cent- System	53
Reine- und temperierte Stimmung, Tonhöhenunterschei- dung	
Empirische Formel	55
Absolute Frequenzbestimmung, Frequenztafel	
 Schwingungen, Wellen und Schall	 57
 Schwingungen	 57
Was kennzeichnet eine Schwingung ?	57
Musikinstrumente, zeitlicher Amplitudenverlauf, Schwingungsverläufe	
Ungedämpfte lineare Schwingungen	59
Sinus-Schwingung, Phasenverschiebung	
Gedämpfte lineare Schwingung	60
Arithmetrischer und geometrischer Abfall, Hüllkurven, aperiodischer Grenzfall, Kriechfall	
Nichtlineare Schwingungen	62
Oszillogramme von nicht sinusförmiger- und Kipp- Schwingung	
Überlagerung (Interferenz) von Schwingungen	63
Verschiedene Arten der Überlagerung, Schwebungen, Fourier-Analyse	
Pendelschwingungen	70
Mathematisches und physisches Pendel, Metronom	
Elektromagnetische Schwingungen	73
Schwingkreis, Thomson'sche Schwingungsgleichung	

	Seite
Wellen	75
Allgemeines über Wellen	75
Phasengeschwindigkeit, Wellenarten, Wellen in Medien	
Transversalwellen	76
Elektromagnetische Wellen, Schwingkreis, Dipol, Ausstrahlung, Lenz'sche Regel, Anhang 5 ab Seite 113	
Longitudinalwellen	79
Verdichtungen und Verdünnungen, Konstruktion, Impuls- bzw. Energieübertragung	
Stehende Wellen	81
Knoten, Bäuche, Lecher- System	
Huygen'sches Prinzip	83
Elementarwellen, resultierende Welle	
Überlagerung (Interferenz) von Wellen	83
Phasendifferenzen, Beweis für Wellenerscheinung	
Phasengeschwindigkeiten in Medien	84
Transversal- und Longitudinalwellen	
Teilchengeschwindigkeit	86
Momentanwert, Phasenwinkel, Phasenverschiebung	
Wellen in einem elastischen Medium	87
Hooke'sches Gesetz, Elastizitätsmodul, mittlere Energie, Energieströmung im Wellenzug	
Schall	89
Allgemeines	89
Schallempfindung, Schallausbreitung in Materie	
Schallquellen	89
Transversal- und Longitudinalschwingungen, Schallgeschwindigkeiten, Frequenzen, geschlossene und offene Röhren, Überlagerung von Wellen, Schwebungen, Kombinationstöne	
Schallausbreitung	94
Wellengleichung, Übertragung auf Longitudinalwellen,	

	Seite
Schallgeschwindigkeit, Temperaturabhängigkeit, Korrekturfaktor	
Messung von Schallwellen	99
Kundt'sches Rohr, Stimmgabel, Quinck'sches Rohr	
Schallfeldgrößen	101
Schallenergie, Schallschnelle, Schalldichte, Schallleistung, Schallstärke, Schallpegel, Schalldruck, Schalldruckpegel, Diagramme	
Physiologische Begriffe	105
Lautstärke, Hörfläche, Weber-Fechner'sches Gesetz, Diagramme für Lautstärke, Schalldruck, Reizschwelle, Schmerzgrenze	
 Anhang	 107
Anhang 1 Frequenzen der Obertonreihe	107
Anhang 2 Relative Frequenzverhältnisse innerhalb einer Oktave der reinen und temperierten Stimmung	108
Anhang 3 Reine Tonleitern (Frequenzanalyse)	111
Anhang 4 Temperierte Tonleitern (Frequenzanalyse)	112
Anhang 5 Rundfunk, Wellenbereiche, Amplituden-Modulation, Modulationsgrad, AM-Bandbreite, Frequenz-Modulation, Frequenzhub, Modulationsindex, FM-Bandbreite, Mono-, Stereo-Hörfunk, RDS-, MPX- System	113
 Literaturverzeichnis	 123
 Sachverzeichnis	 125