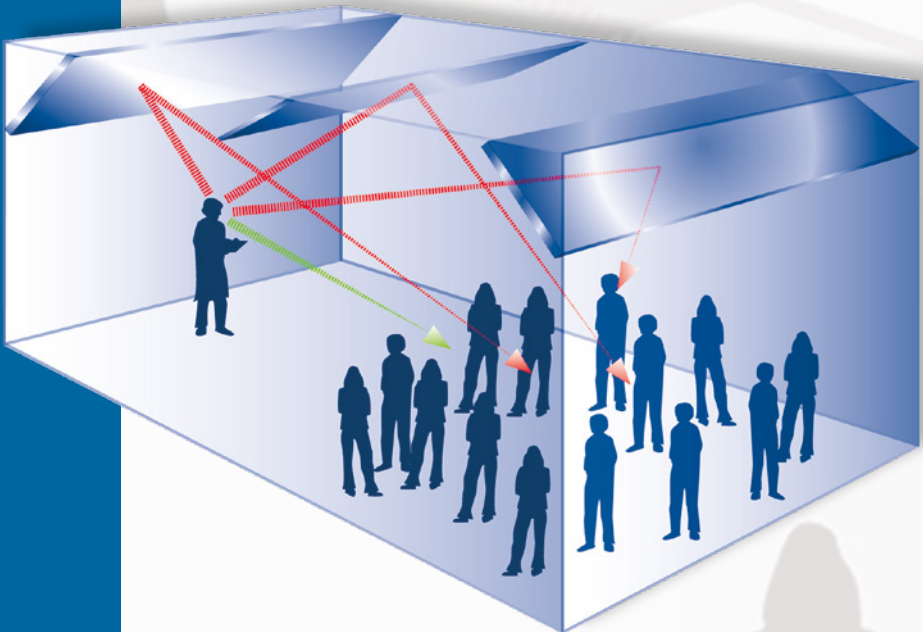


Christian Nocke

# Raumakustik im Alltag

## Hören – Planen – Verstehen

2., überarbeitete und erweiterte Auflage



Fraunhofer IRB  Verlag

Christian Nocke

## Raumakustik im Alltag



Christian Nocke

# Raumakustik im Alltag

Hören, Planen, Verstehen

2., überarbeitete und erweiterte Auflage

**Fraunhofer IRB Verlag**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über [www.dnb.de](http://www.dnb.de) abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-8167-9896-5

ISBN (E-Book): 978-3-8167-9958-0

Lektorat: Sigune Meister

Herstellung: Gabriele Wicker

Layout und Satz: Christian Nocke

Umschlaggestaltung: Martin Kjer

Druck: Offizin Scheufele Druck und Medien GmbH + Co.KG, Stuttgart

Bildrechte: Christian Nocke, Anne-Marie Pogoda-Dorsch

Die hier zitierten Normen sind mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e. V. wiedergegeben.

Maßgebend für das Anwenden einer Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften. Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

© Fraunhofer IRB Verlag, 2019

Fraunhofer-Informationszentrum

Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Telefon +49 711 970-2500

Telefax +49 711 970-2508

[irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorworte</b>	7
<b>1 Einführung</b>	11
<b>2 Allgemeine Begriffe der Akustik</b>	15
2.1 Schalldruck, Schallpegel, Pegelrechnung	15
2.2 Frequenz, Tonhöhe, Wellenlänge	23
2.3 Wahrnehmung von Schall	31
2.4 Bewertung von Schall	40
<b>3 Grundlagen der Raumakustik</b>	49
3.1 Historischer (Literatur-)Rückblick	49
3.2 Schallausbreitung	52
3.3 Schall und Materialien – Absorption, Reflexion, Diffusion	59
3.4 Schallabsorber – Absorptionsgrade	62
3.4.1 Poröse Absorber	65
3.4.2 Resonanzabsorber	67
3.5 Messung akustischer Materialkennwerte	69
3.5.1 Kundtsches Rohr	69
3.5.2 Hallraum	71
3.5.3 Weitere Messverfahren	80
3.6 Kenngrößen der Schallabsorption	82
3.6.1 Äquivalente Absorptionsfläche	82
3.6.2 Bewerteter Schallabsorptionsgrad	85
3.6.3 NRC und SAA	89
3.6.4 Absorption von Einzelobjekten	90
3.6.5 Weitere Kenngrößen der Schallabsorption	94
<b>4 Raumakustische Kenngrößen</b>	95
4.1 Vorbemerkung – Raumgröße und Form	96

4.2	Nachhallzeit . . . . .	99
4.3	Sprachverständlichkeit . . . . .	105
4.4	Weitere Kenngrößen . . . . .	111
4.5	Messung der raumakustischen Parameter . . . . .	117
<b>5</b>	<b>Anforderungen und Empfehlungen . . . . .</b>	<b>121</b>
5.1	Gesetzliche Grundlagen . . . . .	121
5.2	Normen . . . . .	124
5.2.1	DIN 18041 »Hörsamkeit in Räumen« . . . . .	124
5.2.2	VDI 2569 »Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro« . . . . .	146
5.3	Vorgaben aus dem Bereich Arbeitsschutz . . . . .	158
5.3.1	ASR A3.7 »Lärm« . . . . .	159
5.3.2	»TRLV Lärm 3« und weitere Vorgaben . . . . .	167
5.4	Weitere Angaben und Empfehlungen . . . . .	169
<b>6</b>	<b>Raumakustische Planung . . . . .</b>	<b>181</b>
6.1	Planungsablauf . . . . .	182
6.2	Klassisch: Sabinesche Nachhallformel . . . . .	188
6.3	Planungsbeispiele . . . . .	193
6.4	Grenzen und Erweiterungen der klassischen Betrachtung . . . . .	202
6.5	Schallpegel im Raum . . . . .	210
6.6	Schallabschirmung . . . . .	215
6.7	Rechnergestützte Verfahren - Computersimulation . . . . .	221
6.8	Raumakustik und HOAI . . . . .	238
<b>7</b>	<b>Beispiele aus der Beratungspraxis . . . . .</b>	<b>243</b>
7.1	Klassenräume . . . . .	244
7.2	Büroräume . . . . .	250
7.3	Mensa/Kantine . . . . .	260
7.4	Restaurants . . . . .	264
7.5	Pausenhalle . . . . .	267
7.6	Sporthallen . . . . .	269
7.7	Schwimmbäder . . . . .	273
<b>8</b>	<b>Anhang . . . . .</b>	<b>277</b>
8.1	Materialdaten . . . . .	277
8.2	Literaturverzeichnis . . . . .	323
8.3	Abkürzungsverzeichnis . . . . .	338
8.4	Stichwortverzeichnis . . . . .	340