
BACHELORARBEIT

Frau
Lara Blochwitz

**Vergleichende Analyse der Bedeutung
von Schallschutzstandards in ver-
schiedenen nachhaltigen Zertifizie-
rungssystemen (BNB, DGNB, LEED)
für Verwaltungs- und Bildungsbauten**

2024

BACHELORARBEIT

Vergleichende Analyse der Bedeutung von Schallschutzstandards in verschiedenen nachhaltigen Zertifizierungssystemen (BNB, DGNB, LEED) für Verwaltungs- und Bildungsbauten

Autor:

Frau Lara Blochwitz

Studiengang:

Media and Acoustical Engineering

Seminargruppe:

MG20wC-B

Erstprüfer:

Herr Prof. Dr.-Ing. Jörn Hübelt

Zweitprüfer:

Herr Dr.-Ing. Saad Baradiy

Einreichung:

Chemnitz, 31.07.2024

Faculty of Media

BACHELOR THESIS

Comparative analysis of the importance of sound insulation standards in various sustainable certification systems (BNB, DGNB, LEED) for administrative and educational buildings

author:

Ms. Lara Blochwitz

course of studies:

Media and Acoustical Engineering

seminar group:

MG20wC-B

first examiner:

Mr. Prof. Dr.-Ing. Jörn Hübelt

second examiner:

Mr. Dr.-Ing. Saad Baradiy

submission:

Chemnitz, 31.07.2024

Bibliografische Angaben

Nachname, Vorname: Blochwitz, Lara

Vergleichende Analyse der Bedeutung von Schallschutzstandards in verschiedenen nachhaltigen Zertifizierungssystemen (BNB, DGNB, LEED) für Verwaltungs- und Bildungsbauten

Comparative analysis of the importance of sound insulation standards in various sustainable certification systems (BNB, DGNB, LEED) for administrative and educational buildings

61 Seiten, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences,
Fakultät Medien, Bachelorarbeit, 2024

Abstract

In der nachfolgenden Arbeit wird anhand der drei nachhaltigen Zertifizierungssysteme LEED, BNB und DGNB die Bedeutung der Akustik in dem jeweiligen Zertifizierungsprozess analysiert. Dabei werden die Unterschiede zwischen den Systemen und den Anforderungen aus deutschen Normen und Richtlinien sowie die Einordnung der Akustikkriterien in die Gesamtbewertung betrachtet. Der Fokus der Analyse liegt auf der Gebäudeart „Neubau“ sowie den Nutzungsarten „Bildung“ und „Büro“. Hierfür sind vier Projekte mit Blick auf die Kriterien der Bau- und Raumakustik untersucht worden.

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis	IV
Formelverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VII
1 Einleitung.....	1
2 Nachhaltige Zertifizierungssysteme	3
2.1 Leadership in Energy and Environmental Design	4
2.1.1 Allgemeine Grundlagen und Ziele.....	4
2.1.2 Schallschutz in der aktuellen Version	5
2.2 Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen	7
2.2.1 Allgemeine Grundlagen und Ziel.....	7
2.2.2 Schallschutz in der aktuellen Version	8
2.3 Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen.....	12
2.3.1 Allgemeine Grundlagen und Ziele.....	12
2.3.2 Schallschutz in der aktuellen Version	13
2.3.3 Veränderungen zur Vorgängerversion	16
3 Anforderungen an die Akustik aus Normen und Richtlinien.....	18
3.1 Schallschutz im Hochbau – die DIN 4109.....	19
3.1.1 Entstehung und Entwicklung.....	19
3.1.2 Mindestanforderungen nach DIN 4109 Teil 1	21
3.1.3 Erhöhte Anforderungen	28
3.1.4 Schallschutz im eigenen Bereich	30
3.2 Hörsamkeit in Räumen – die DIN 18041	31
3.2.1 Entstehung und Entwicklung.....	31
3.2.2 Anforderungen und Empfehlungen	31
3.3 Schallschutz und akustische Gestaltung in Büros – die VDI 2569	36
3.3.1 Anforderungen an die Bauakustik.....	37
3.3.2 Anforderungen an die Raumakustik.....	38
4 Akustik in den Zertifizierungssystemen	40
4.1 Gegenüberstellung der Anforderungen von Zertifizierungssystemen und Normen/Richtlinien	40
4.2 Bedeutung der Akustikkriterien in der Gesamtbewertung	44
5 Praktische Umsetzung der Zertifizierungssysteme	46

5.1	Auswertung von Bürogebäuden	47
5.2	Auswertung von Bildungsbauten	53
5.3	Zusammenfassung der Erkenntnisse	59
6	Fazit und Ausblick.....	60
	Literaturverzeichnis	IX
	Anlagen.....	XII
	Eigenständigkeitserklärung.....	XIX

Abkürzungsverzeichnis

AHRI	Air-Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute
ANSI.....	American National Standards Institute
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
BNB.....	Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
$D_{2,S}$	räumliche Abklingrate der Sprache
DGNB.....	Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen
DIN.....	Deutsches Institut für Normung
$D_{nT,w}$	Standard-Schallpegeldifferenz
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
ISO.....	International Organization for Standardization
K_{Raumart}	Korrekturwert Raumarten
K_{AL}	Korrekturwert für das erforderliche Bau-Schalldämm-Maß
$L'_{nT,w}$	Standard-Trittschallpegel
$L_{\text{AF},95}$	Grundgeräuschpegel
LEED.....	Leadership in Energy and Environmental Design
$L_{\text{NA,Bau}}$	Störschalldruckpegel bauseitiger Geräusche
$L_{p,A,S,4m}$	A-bewerteter Schalldruckpegel der Sprache in einem Abstand von 4 m
m'	flächenbezogene Masse
NRC-CNRC..	National Research Council of Canada - Conseil national de recherches Canada
R'_w	bewertetes Bau-Schalldämm-Maß
$R'_{w,ges}$	gesamt bewertetes Bau-Schalldämm-Maß
SOC	soziokulturelle und funktionale Qualität
T	Nachhallzeit
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
TEC.....	technische Qualität
VDI.....	Verein Deutscher Ingenieure

Formelverzeichnis

(1) gesamt bewertetes Bau-Schalldämm-Maß nach DIN 4109-1	26
(2) Sollnachhallzeit der Raumgruppe A3 nach DIN 18041	41

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Stresserzeugende Wirkungen von Lärm und langfristige gesundheitliche Beeinträchtigungen (nach Irsing, Rebentisch & Sust, 1996, S. 6) (Liebl & Kittel, 2016)	1
Abbildung 2: Zertifizierungsstufen LEED mit Mindestpunktzahlen (U.S. Green Building Council, 2024)	5
Abbildung 3: Gewichtung der Hauptkriterien und Gesamterfüllungsgrad von Gebäuden bei BNB (Dorn-Pfahler et al. 2017)	7
Abbildung 4: Darstellung der Anzahl der Kriterien pro Gewichtung im BNB System (eigene Darstellung)	9
Abbildung 5: Gewichtung der Themenfelder im DGNB Zertifizierungssystem (DGNB Version Neubau 2023)	12
Abbildung 6: Auszeichnungslogik der DGNB von Platin bis Bronze (DGNB Version Neubau 2023)	13
Abbildung 7: Darstellung der Anzahl der Kriterien pro Gewichtung im DGNB System 2023 (eigene Darstellung)	14
Abbildung 8: Darstellung der Anzahl der Kriterien pro Gewichtung im DGNB System 2018 (eigene Darstellung)	17
Abbildung 9: Geschichtliche Entwicklung der Anforderungen an Wände zwischen fremden Arbeitsbereichen nach DIN 4109	20
Abbildung 10: Geschichtliche Entwicklung der Anforderungen von Klassenraumtrennwänden nach DIN 4109	20
Abbildung 11: Toleranzbereich der Nachhallzeit T in Abhängigkeit von der Frequenz für die Nutzungsarten A1 bis A4 (DIN 18041)	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die maßgeblichen Elemente der Nachhaltigkeit und ihre Gewichtung.....	4
Tabelle 2: Mindestanforderungen an die Schalldämmung in Büro- und Verwaltungsgebäuden (DIN 4109-1)	22
Tabelle 3: Mindestanforderungen an die Schalldämmung in Schulen und vergleichbaren Einrichtungen (DIN 4109-1).....	23
Tabelle 4: Anforderungen an die Schalldämmung von Bauteilen zwischen "besonders lauten" und schutzbedürftigen Räumen (DIN 4109-1)	25
Tabelle 5: Zuordnung zwischen Lärmpegelbereichen und maßgeblichen Außenlärmpegel (DIN 4109-1)	27
Tabelle 6: Maximal zulässige A-bewertete Schalldruckpegel in fremden schutzbedürftigen Räumen, erzeugt von gebäudetechnischen Anlagen und baulich mit dem Gebäude verbundenen Betrieben (DIN 4109-1).....	27
Tabelle 7: Vergleich der erhöhten Anforderungen der DIN 4109-5 und des Beiblatts 2 zur DIN 4109	29
Tabelle 8: Empfehlungen für normalen und erhöhten Schallschutz im eigenen Arbeitsbereich (Beiblatt 2).....	30
Tabelle 9: Anforderungen an Nutzungsarten A1 bis A5 der Raumgruppe A mit Beispielen für Unterrichts- und Büronutzung (DIN 18041).....	32
Tabelle 10: Anforderungen an Nutzungsarten B1 bis B5 der Raumgruppe B mit Beispielen für Unterrichts- und Büronutzung (DIN 18041)	34
Tabelle 11: Beschreibung der Klassen A, B und C nach VDI 2569 für die Bau- und Raumakustik in Büroräumen (VDI 2569)	36
Tabelle 12: Empfehlungen für die Standard-Schallpegeldifferenz allgemein und gegenüber Verkehrsflächen sowie für den bewerteten Standard-Trittschallpegel (VDI 2569).....	38
Tabelle 13: Anforderungen an die Nachhallzeit der Raumakustikklassen A, B und C für Einzelbüros, kleine und große Mehrpersonbüros (VDI 2569).....	39
Tabelle 14: Zusätzliche Anforderungen an die Raumakustik der Raumakustikklassen A, B und C für Einzelbüros, kleine und große Mehrpersonbüros (VDI 2569)	39
Tabelle 15: Vergleich der Anforderungen an die Nachhallzeit von LEED und DIN 18041	41
Tabelle 16: Rechenbeispiel Gesamtpunktzahl BNB an einer Schule in Nürnberg.....	42
Tabelle 17: Bedeutung der Akustikkriterien in der System-Gesamtbewertung.....	44
Tabelle 18: Auswertung Nachweis Büro Berlin - BNB Kriterium „Schallschutz“	47
Tabelle 19: Auswertung Messung Büro Berlin - BNB Kriterium „Schallschutz“	47
Tabelle 20: Auswertung Nachweis/Messung Büro Berlin - BNB Kriterium „Akustischer Komfort“	48
Tabelle 21: Auswertung Nachweis/Messung Büro Berlin - DGNB Kriterium „Schallschutz und akustischer Komfort“	49
Tabelle 22: Auswertung Nachweis Büro Leipzig - BNB Kriterium „Schallschutz“	50
Tabelle 23: Auswertung Messung Büro Leipzig - BNB Kriterium „Schallschutz“	50
Tabelle 24: Auswertung Nachweis/Messung Büro Berlin - BNB Kriterium „Akustischer Komfort“	51
Tabelle 25: Auswertung Nachweis/Messung Büro Leipzig - DGNB Kriterium „Schallschutz und akustischer Komfort“.....	52
Tabelle 26: Auswertung Nachweis Schule Nürnberg - BNB Kriterium „Schallschutz“	53
Tabelle 27: Auswertung Messung Schule Nürnberg - BNB Kriterium „Schallschutz“	54

Tabelle 28: Auswertung Nachweis/Messung Schule Nürnberg - BNB Kriterium „Akustischer Komfort"	54
Tabelle 29: Auswertung Nachweis/Messung Schule Nürnberg - DGNB Kriterium „Schallschutz und akustischer Komfort"	55
Tabelle 30: Auswertung Nachweis Schule Hannover - BNB Kriterium „Schallschutz"	56
Tabelle 31: Auswertung Messung Schule Hannover - BNB Kriterium „Schallschutz"	57
Tabelle 32: Auswertung Nachweis/Messung Schule Hannover - BNB Kriterium „Akustischer Komfort"	57
Tabelle 33: Auswertung Nachweis/Messung Schule Hannover - DGNB Kriterium „Schallschutz und akustischer Komfort"	58

1 Einleitung

In der heutigen Zeit spielen die Themen Klimaschutz und Nachhaltigkeit eine immer größer werdende Rolle. Sie sind in jeglichen Lebensbereichen, wie der Mülltrennung, um Anreize zum Recycling zu schaffen, der Aufforderung zur Nutzung des öffentlichen Nah- und Fernverkehrs, um die CO₂ Emissionen durch Auto oder Flugverkehr zu vermindern oder dem Umstieg auf erneuerbare Energien, wie Wind- und Solarkraft, relevant.

Auch in der Bau- und Immobilienbranche wird das Thema „Nachhaltigkeit“ zunehmend mehr integriert und gefördert. „Nachhaltige Immobilien müssen also über ihren gesamten Lebenszyklus, von der Planung, Erstellung über den Betrieb, möglichen Umnutzungen bis hin zum Rückbau den aktuellen Bedürfnissen entsprechen, ohne jedoch dabei ein Risiko für die zukünftige Generation darzustellen.“ (Hirschner, Hahr & Kleinschrot, 2018)

Eine solche Planungsanleitung kann über die Betrachtung von Immobilien durch Zertifizierungssysteme erstellt werden. Durch diese Systeme kann ein Gebäude nachhaltig optimiert werden und gleichzeitig Fördergelder bei der Erfüllung der Kriterien erhalten.

Neben der Betrachtung der Wirkung der Immobilie auf die Umwelt, den Lebenszykluskosten oder der Wertstabilität und Anpassungsfähigkeit der Gebäude spielt der Einfluss von Lärm auf die Gesundheit der Nutzer der Immobilien ebenfalls eine Rolle. Abbildung 1 zeigt den Einfluss von Lärm auf die menschliche Gesundheit auf.

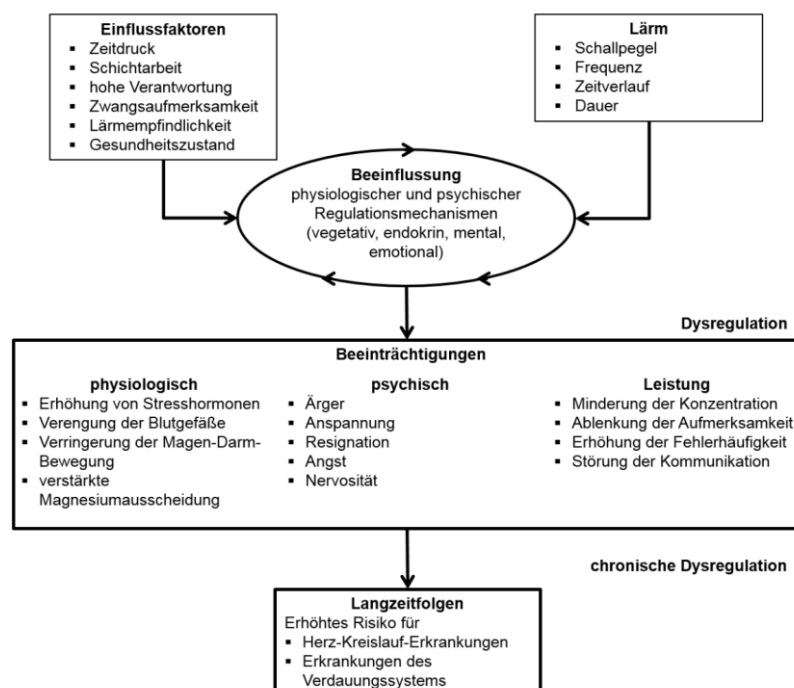


Abbildung 1: Stresserzeugende Wirkungen von Lärm und langfristige gesundheitliche Beeinträchtigungen (nach Irsing, Rebentisch & Sust, 1996, S. 6) (Liebl & Kittel, 2016)

Als soziales Kriterium wirkt sich der Lärmschutz nicht auf das Klima oder die Umwelt, sondern auf die Gesundheit der Menschen aus. „Dauerhafter Umweltlärm [kann] vor allem mit der Entstehung von kardiovaskulären Erkrankungen [zusammenhängen]“ (Pickford et al., 2020). Mit dem Lärm-Stress-Modell wird versucht, die Auswirkungen von einer Langzeitbelastung durch Stress auf das Herz-Kreislauf-System zu verdeutlichen.

In dieser Arbeit werden daher die Akustikanforderungen der Zertifizierungssysteme LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), als internationales System, BNB (Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen) und DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen), als deutsche Vertreter, auf ihre Bedeutung innerhalb der Zertifizierungssysteme untersucht. Dabei werden die Anforderungen der Systeme mit denen der deutschen Normen und Richtlinien verglichen. Anhand von Beispielen wird der Bewertungsprozess der Akustikkriterien dargestellt, der Unterschied zwischen Planung und Umsetzung verdeutlicht sowie Aussagen über das Anforderungsniveau getroffen. Die Arbeit beschäftigt sich mit den Kriterienkatalogen für neugebaute Immobilien der Nutzungsarten „Bildung“ und „Büro“.

2 Nachhaltige Zertifizierungssysteme

Der Begriff „Nachhaltigkeit“ fand erstmals Verwendung in der Forstwirtschaft. Er beschrieb, dass nur soviel Holz gefällt werden sollte, wie nachgesät werden kann. Schriftlich festgehalten wurde dieses Prinzip 1713 von dem Oberberghauptmann am kursächsischen Hof in Freiberg, Hans Carl von Carlowitz, in seinem Buch „Sylvicultura Oeconomica – Die Naturmäßige Anweisung zur Wilden Baumzucht“. (Friedrichsen, 2018)

Das Prinzip der bewussten Verwendung von natürlichen Ressourcen fand Anwendung in der Umsetzung des Umweltschutzes und bildete die erste Grundlage des nachhaltigen Denkens. Im 20. Jahrhundert wurden erstmals globale Debatten über den Schutz der Umwelt geführt und Richtlinien zum Klimaschutz aufgestellt. Auf der Klima-Konferenz 1992 in Rio de Janeiro „[...] wurden zwei internationale Abkommen (Klimaschutz-Konvention und Artenschutz-Konvention), zwei Grundsatzserklärungen (Deklaration über Umwelt und Entwicklung und Walddeklaration) und das Aktionsprogramm Agenda 21 für eine weltweite nachhaltige Entwicklung beschlossen.“ (Friedrichsen, 2018)

Auf Grundlage des Aktionsprogramms „Agenda 21“ entwickelte die Bundesregierung Deutschlands eine „nationale Nachhaltigkeitsstrategie“, um einen Leitfaden zur Umsetzung der nachhaltigen Entwicklung in Projekten zu geben. Diese Nachhaltigkeitsstrategie soll die Bestrebungen an den Umweltschutz messbar machen und Zielwerte vorgeben.

Aus dem Leitfaden zu der Nachhaltigkeitsstrategie haben sich schließlich die nachhaltigen Bewertungssysteme entwickelt. Die Bewertungssysteme sollen nicht nur als Orientierung für alle Baubeteiligten (Bauherren, Planer, ...) gelten, sondern auch herausragende Leistungen würdigen. Allgemein beruhen die Bewertungssysteme auf den drei Grundsäulen Ökologie, Ökonomie und Soziales. (Friedrichsen, 2018)

International wurde im Jahr 1990 das BREEAM Zertifizierungssystem als erstes System zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden veröffentlicht. Die Vereinigten Staaten von Amerika führten mit dem LEED Zertifizierungssystem acht Jahre später ein weiteres nachhaltiges Zertifizierungssystem ein. In Deutschland entwickelte man erst im Jahr 2009 das BNB Zertifizierungssystem, worauf im Folgejahr das Gütesiegel DGNB eingeführt wurde. (Hirschner et al., 2018)

Das folgende Kapitel betrachtet drei Bewertungssysteme mit Blick auf die allgemeinen Grundlagen und Ziele der Systeme, ihrer historischen Entwicklung und den enthaltenen Anforderungen an die Akustik. Als Bewertungssysteme wurden die beiden deutschen Systeme BNB und DGNB sowie das international anerkannte Zertifizierungssystem LEED betrachtet.

2.1 Leadership in Energy and Environmental Design

2.1.1 Allgemeine Grundlagen und Ziele

Das Zertifizierungssystem LEED – Leadership in Energy and Environmental Design – wurde im Jahr 1998 von dem U.S. Green Building Council entwickelt, „um das Thema Nachhaltigkeit beziehungsweise Green Building voranzutreiben“ (Friedrichsen, 2018). Das weltweit meistgenutzte Zertifizierungssystem bildet einen Leitfaden für nachhaltige Gebäude, welche die Gesundheit schützen, energieeffizient und kostensparend sind. LEED findet Anwendung in 186 Ländern. Seit der Gründung und Entwicklung des Bewertungssystems wurden ungefähr 197.000 Projekte weltweit zertifiziert. (U.S. Green Building Council, 2024)

Das allgemeine Ziel von LEED-zertifizierten Gebäuden ist das Adressieren des Klimawandels sowie das Einhalten der ESG-Ziele. ESG steht dabei für Umwelt (Environment), soziale Aspekte (Social) und verantwortungsvolle Unternehmensführung (Governance). Darüberhinausgehend werden im LEED Zertifizierungssystem nicht nur die einzelnen Faktoren wie Energie, Wasser und Gesundheit betrachtet, sondern weitere maßgebliche Elemente der Nachhaltigkeit, welche nachfolgend nach ihrer Gewichtung aufgeführt werden (U.S. Green Building Council, 2024):

Tabelle 1: Die maßgeblichen Elemente der Nachhaltigkeit und ihre Gewichtung

Element	Gewichtung
Reduzierung des Beitrages zum globalen Klimawandel	35 %
Verbesserung der menschlichen Gesundheit	20 %
Schutz und Wiederherstellung von Wasserressourcen	15 %
Schutz und Verbesserung der Biodiversität und der Ökosysteme	10 %
Vorantreiben von nachhaltigen und regenerativen Materialzyklen	10 %
Verbesserung des Zusammenlebens	5 %

Aus der Gewichtung wird erkenntlich, dass dem Entgegenwirken des Klimawandels die größte Bedeutung zukommt, während auf das gemeinsame Zusammenleben am wenigsten Einfluss genommen wird.

Damit das Zertifikat erteilt werden kann, werden für die einzelnen Kriterien Punkte vergeben. Anhand der erreichten Punktzahl können unterschiedliche Stufen des Zertifikats erreicht

werden: Platin, Gold, Silber und „zertifiziert“. Dabei ist Platin die höchste Zertifizierungsstufe und mit „zertifiziert“ wird die Mindestpunktzahl zum Erhalten des Zertifikats eingehalten.

In Abbildung 2 werden die einzelnen Stufen und die notwendigen Punktzahlen zum Erreichen dieser aufgezeigt:



Abbildung 2: Zertifizierungsstufen LEED mit Mindestpunktzahlen (U.S. Green Building Council, 2024)

Das LEED Zertifikat kann für Neubauten oder Bestandsbauten bzw. Sanierungen, für Innen- und Mieterausbauten oder sogar für Gemeinden und Städte beantragt werden.

2.1.2 Schallschutz in der aktuellen Version

Die aktuelle Version für den Kriterienkatalog Neubau „LEED for Building Design and Construction (LEED BD+C)“ ist Version 4.1. Zwar existiert bereits ein Entwurf der Version 5, diese befindet sich derzeit jedoch in einer Beta-Phase und soll Anfang 2025 für die Zertifizierung zur Verfügung gestellt werden. Aus diesem Grund wird für diese Arbeit auf die Version 4.1 zurückgegriffen.

Das akustische Kriterium in der LEED Zertifizierung gliedert sich unter die Unterkategorie „Umweltqualität im Innenbereich (Indoor Environmental Quality – EQ)“. Es beschreibt die akustischen Mindestleistungen und die Einhaltung der Anforderungen, welche erforderlich sind, um das LEED Zertifikat zu erhalten. Diese Voraussetzung gilt jedoch nur für den Neubau von Schulen.

Das Ziel ist es, „die Kommunikation zwischen Lehrern und Schülern und unter Schülern [zu] erleichtern“ (LEED Version 4.1). Außerdem soll ein Leitfaden zur akustischen Gestaltung von Unterrichtsräumen geboten werden.

Um einen Leitfaden für die akustische Gestaltung der Unterrichtsräume geben zu können, werden Anforderungen an Hintergrund- und Außengeräusche sowie die Nachhallzeit gestellt.

Der Hintergrundgeräuschpegel von HLK-Anlagen – Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnikanlagen – darf 40 dB nicht überschreiten (LEED Version 4.1). Innerhalb der Vereinigten Staaten von Amerika sind folgende Richtlinien und Normen einzuhalten:

- ANSI Standard S12.60-2010, Teil 1, Anhang A.1

- ASHRAE-Handbuch für HLK-Anwendungen (2011), Kapitel 48, Lärm- und Vibrationskontrolle (samt Errata)
- AHRI Standard 885 – 2008

Befinden sich die zu bearbeitenden Objekte außerhalb der USA, wird die Verwendung von nationalen Normen und Anforderungen empfohlen (LEED Version 4.1).

Anforderungen an den Außengeräuschpegel werden gestellt, wenn der Mindestabstand zu Lärmquellen im Außenbereich 800 m beträgt. Wird diese Grenze unterschritten, sind ab einem äquivalenten Dauerschalldruckpegel während der Unterrichtszeiten von 60 dB schalldämmende Maßnahmen durchzuführen, Lärmquellen außerhalb des Gebäudes zu minimieren und Schallübertragungswege zwischen Unterrichtsräumen und Lernbereichen zu überprüfen (LEED Version 4.1).

Bei den Anforderungen an die Nachhallzeit wird zwischen zwei Raumgrößen unterschieden: Unterrichtsräume und wichtige Lernbereiche, welche ein Volumen von 566 m³ unterschreiten, und solchen, die dieses Volumen einhalten oder überschreiten.

Für die kleinere Raumgröße wird die Einhaltung des „ANSI Standards S12.60-2010, Teil 1, Akustische Leistungskriterien, Designvorgaben und Richtlinien für Schulen“ oder die Einhaltung eines akustisch gleichwertigen lokalen Standards gefordert. Zum Nachweis der Einhaltung werden zwei Optionen gegeben. Bei der ersten Option ist nachzuweisen, dass die Gesamtoberfläche aller absorbierenden Materialien im Raum, darunter zählen Akustik-Wandpaneele, Deckenbekleidung und andere schalldämmende Oberflächen, der gesamten Deckenfläche des Raumes entspricht oder diese übersteigt. Ausgenommen werden Deckenbeleuchtung, Lüftungsgitter und Ähnliches. Der Mindestschallabsorptionsgrad der Materialien beträgt dabei 0,7. Die zweite Option fordert einen rechnerischen Nachweis der Anforderungen nach ANSI. (LEED Version 4.1)

Die Nachhallzeit von Unterrichtsräumen und wichtigen Lernbereichen mit einem Raumvolumen größer gleich 566 m³ ist nach den Anforderungen der „Construction Technology Update No. 51“ des NRC-CNRC oder einer gleichwertigen lokalen Richtlinie zu bestimmen.

Ausnahmen in diesem Kriterium bestehen, „wenn der Leistungsumfang begrenzt ist oder Anforderungen bezüglich des Denkmalschutzes erfüllt werden müssen“ (LEED Version 4.1).

2.2 Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen

2.2.1 Allgemeine Grundlagen und Ziel

Das 2009 entwickelte Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) beinhaltet den Bewertungsmaßstab und die Bewertungskriterien zum Leitfaden Nachhaltiges Bauen, welcher das „Rahmendokument für die Umsetzung und Operationalisierung des nachhaltigen Planens, Bauens, Nutzens und Betriebens darstellt“ (Dorn-Pfahler, Stritter & sol-id-ar planungswerkstatt berlin, 2017).

Als Ziel wird die ganzheitliche Optimierung von Gebäuden angestrebt. Dabei liegt der Fokus vor allem auf der Betrachtung des gesamten Lebenszyklus. Die BNB Bewertung dient der Dokumentation der Gebäudequalität sowie fortführend der Qualitätssicherung und -kontrolle.

Das BNB Bewertungssystem besteht aus Steckbriefen, welche die Einzelkriterien hinsichtlich Zielstellung, Relevanz, Bewertungsmethodik und dem Bewertungsmaßstab (Ziel-, Relevanz-, Grenzwerte) beschreiben. Über jedes Einzelkriterium können Punkte erreicht werden, welche in ihrer Gesamtheit den Erfüllungsgrad der Hauptkriteriengruppe bestimmen. Insgesamt gibt es die sechs Hauptkriteriengruppen „Ökologische Qualität“, „Ökonomische Qualität“, „Soziokulturelle und funktionale Qualität“, „Technische Qualität“, „Prozessqualität“ und „Standortmerkmale“. Hierbei besitzt die Hauptkriteriengruppe „Standortmerkmale“ nur einen informativen Charakter und geht nicht in den Gesamterfüllungsgrad ein. Die ersten vier Kriterien entsprechen einem Gesamterfüllungsgrad von je 22,5 %, während das Kriterium Prozessqualität mit 10 % gewichtet wird. (Dorn-Pfahler et al., 2017) Abbildung 3 stellt in der lin-

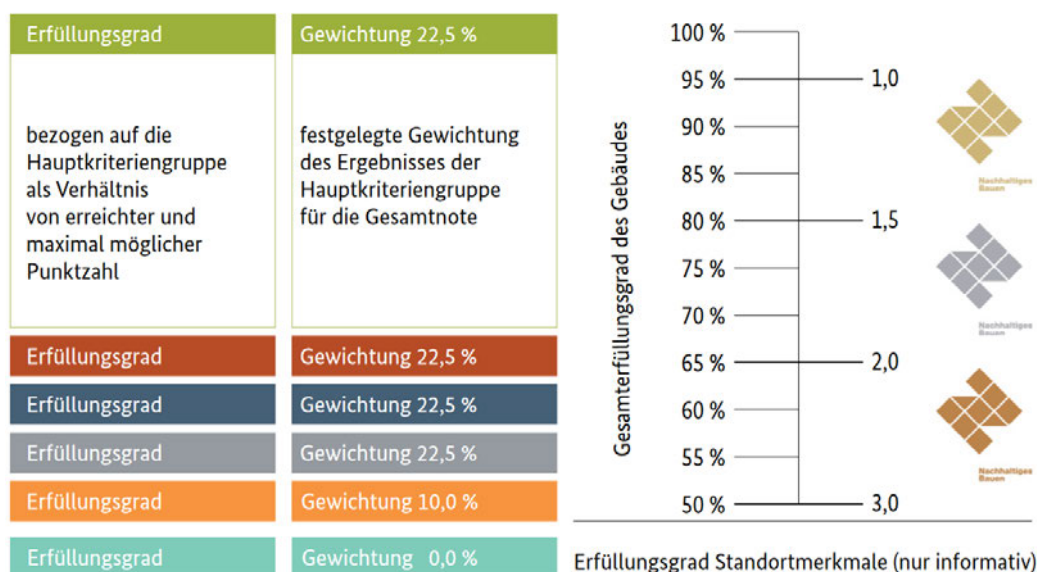


Abbildung 3: Gewichtung der Hauptkriterien und Gesamterfüllungsgrad von Gebäuden bei BNB (Dorn-Pfahler et al. 2017)

ken Spalte die Erfüllungsgrade der „Ökologischen Qualität“ grün, der „Ökonomischen Qualität“ rot, der „Soziokulturellen und funktionalen Qualität“ blau, der „Technischen Qualität“ grau, der „Prozessqualität“ orange und der „Standortmerkmale“ türkis dar.

Den Kriterien „Ökologische Qualität“, „Ökonomische Qualität“, „Soziokulturelle und funktionale Qualität“ sowie „Technische Qualität“ wird gleiche Bedeutung zugemessen. Erreicht der Gesamterfüllungsgrad mindestens 50 %, so wird das Bronzeabzeichen vergeben, Silber wird ab einem Erfüllungsgrad von mindestens 65 % erreicht und Gold wird ab mindestens 80 % erzielt.

Die BNB Bewertung kann für unterschiedliche Gebäudetypen wie Büro- und Verwaltungsgebäude, Unterrichtsgebäude, Laborgebäude und Außenanlagen beantragt werden. Es wird zusätzlich zwischen Neubau, Nutzung und Bewirtschaftung sowie Bestand bzw. Komplettmaßnahme unterschieden. In dieser Arbeit werden neugebaute Büro- und Verwaltungsgebäude sowie Unterrichtsgebäude hinsichtlich ihrer Anforderungen an die Akustik untersucht.

2.2.2 Schallschutz in der aktuellen Version

Das Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen betrachtet zwei Akustikkriterien unter den Hauptkriterien „Technische Qualität“ und „Soziokulturelle Qualität“: den baulichen Schallschutz sowie den akustischen Komfort. Die Kriterien sind für die Nutzungsarten „Büro- und Verwaltungsgebäude“ und „Unterrichtsgebäude“ hinsichtlich der Anforderungen identisch. Es unterscheidet sich ausschließlich die Gewichtung dieser in der Gesamtbewertung. Der bauliche Schallschutz geht bei beiden Nutzungsarten mit 4,5 % in die Gesamtbewertung ein, während der akustische Komfort bei der Nutzungsart „Büro- und Verwaltungsgebäude“ zu 0,978 % und bei der Nutzungsart „Unterrichtsgebäude“ zu 1,667 % eingeht. Dabei ist festzustellen, dass dem baulichen Schallschutz eine höhere Bedeutung beigemessen wird als dem akustischen Komfort.

Die Verteilung der Gewichtung der einzelnen Kriterien wird in Abbildung 4 verdeutlicht. Dabei stellen die hervorgehobenen Säulen die Gewichtung dar, in welche die Akustikkriterien eingeordnet werden. Die roten Säulen zeigen die Gewichtungsverteilung der Nutzungsart „Büro- und Verwaltungsgebäude“, während die grünen Säulen die Nutzungsart „Bildung“ abdecken. Von den fünf Hauptkriterien ist 4,5 % eine Prozentzahl, welcher eine größere Bedeutung zugemessen wird, während 1,667 % und 0,978 % in der allgemeinen Einordnung eher eine geringe Bedeutung einnehmen

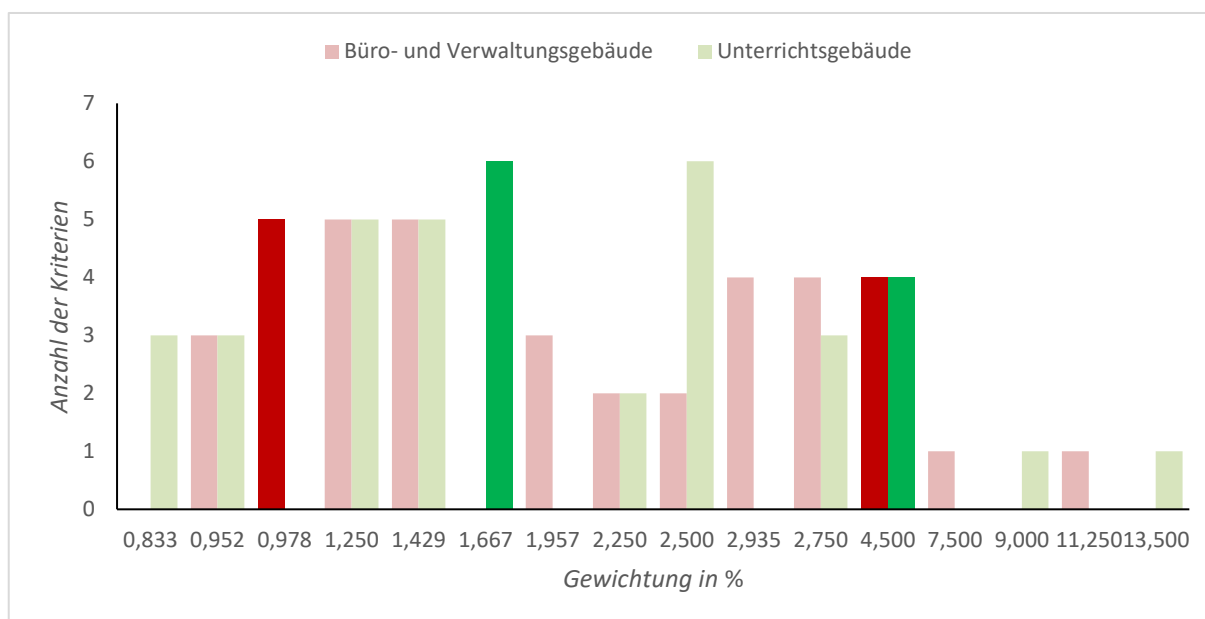


Abbildung 4: Darstellung der Anzahl der Kriterien pro Gewichtung im BNB System (eigene Darstellung)

Mit dem Kriterium 4.1.1 „Schallschutz“ wird die Steigerung des Wohlbefindens und des Zufriedenheitsgefühls, der Erhalt der Gesundheit und die Leistungssteigerung der Nutzer angestrebt. Es soll Konzentrationsverlust vermieden, die Vertraulichkeit von Gesprächen gewährleistet und hörbeeinträchtigte Menschen inkludiert werden. Dafür ist nach dem Steckbrief die Einhaltung der Mindestanforderungen nach DIN 4109 sicherzustellen. Eine Unterschreitung der Mindestanforderungen ist hierbei nicht gestattet. Erhöhte Maßnahmen für den Schallschutz werden in einem sinnvollen Maß empfohlen. (BNB BN2015)

Die Mindestanforderungen nach DIN 4109 Teil 1 gelten für den Schutz gegenüber Außenlärm, „besonders lauter“ Räume, gebäudetechnischer Anlagen und Lärm aus fremden Arbeitsräumen. Für die Einhaltung von erhöhten Anforderungen an den Schallschutz wird für Büroräume die DIN 4109 Teil 5 herangezogen. Der BNB Steckbrief verweist auf die Anforderungen an den Schallschutz im eigenen Bereich, welche in dem im August 2020 zurückgezogenen Beiblatt 2 zur DIN 4109 erwähnt werden. (BNB BN2015) Für Unterrichtsgebäude werden erhöhte Anforderungen mit Übererfüllungen der Mindestanforderungen in drei Dezibel Schritten angesetzt. Erhöhte Anforderungen an Verwaltungsräume in Schulen werden wie bei der Nutzungsart „Büro- und Verwaltungsgebäude“ anhand des Beiblatts 2 zur DIN 4109 festgesetzt. (BNB UN2017)

„In diese[n] Steckbrief[en] werden die folgenden Teilkriterien verwendet:

1. Luftschallschutz gegenüber Außenlärm
2. Luftschallschutz gegenüber Arbeitsräumen
3. Trittschallschutz gegenüber Arbeitsräumen

4. Schallschutz gegenüber gebäudetechnischen Anlagen“ (BNB BN2015)

Die Höchstpunktzahl wird in den Teilkriterien vergeben, wenn erhöhte Anforderungen eingehalten und diese zum Teil übererfüllt werden. Die Mindestpunktzahl der Teilkriterien wird mit dem Erbringen eines Nachweises zum Einhalten der Mindestanforderungen erreicht. Null Punkte werden vergeben, wenn keine Nachweise vorliegen.

Allgemein sind für die Erfüllung der Steckbriefe eine Auflistung aller Bauteile mit ihren schalldämmenden Eigenschaften, ein rechnerischer Schallschutznachweis nach DIN 4109 Teil 2 mit Bauteilkatalog und nachvollziehbarem Rechenweg, eine Produktbeschreibung der gebäudetechnischen Anlagen sowie ein Prüfergebnis der stichprobenartigen Messungen erforderlich. (BNB BN2015)

Mit dem Kriterium 3.1.4 „akustischer Komfort“ wird eine dem Raum und dessen Nutzung entsprechend geeignete raumakustische Qualität zugesichert. „Die akustische Qualität eines Raumes hat großen Einfluss auf das Verstehen von Sprache, auf die Kommunikationsbedingungen und somit auf das Wohlbefinden sowie auf die Konzentrations- und die Leistungsfähigkeit der Gebäudenutzer.“ (BNB BN2015) Eine ungenügende raumakustische Qualität kann daher Einfluss auf die Gesundheit haben. Aus diesem Grund ist eine vorzeitige Planung essentiell für optimale Hörbedingungen. (BNB BN2015)

Der Steckbrief betrachtet gemäß DIN 18041 „Hörsamkeit in Räumen“ zwei Raumgruppen entsprechend der Nutzung und Entfernung von Sprecher und Zuhörer:

- Raumgruppe A: für eine Hörsamkeit über mittlere und größere Entfernungen
 - A1 – Musik
 - A2/A3 – Sprache, Vortrag/inklusiv
 - A3/A4 – Unterricht, Kommunikation/inklusiv
 - A5 – Sport

Die Anforderungen für die Raumgruppe A werden aus der DIN 18041 bezogen. Um die volle Punktzahl zu erreichen, müssen die Nachhallzeiten sowie der Toleranzbereich im Frequenzbereich 125 – 4000 Hz eingehalten und eine inklusive Nutzung gewährleistet werden.

- Raumgruppe B: für eine Hörsamkeit über geringe Entfernungen
 - Einzel- Mehrpersonenbüros $\leq 100 \text{ m}^2$
 - Mehrpersonenbüros $> 100 \text{ m}^2$
 - weitere Räume (Raumgruppe B2 bis B5, außer Büros)

Die Anforderungen für die Raumgruppe B werden einerseits aus der DIN 18041 und andererseits aus der VDI Richtlinie 2569 „Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro“ bezogen. Um die volle Punktzahl in der Raumgruppe B zu erreichen, muss ein Nachweis über die Erfüllung der geforderten Nachhallzeit im Frequenzbereich 125 – 4000 Hz bzw. des A/V-Verhältnisses im Frequenzbereich 250 – 2000 Hz erbracht werden. Die Erfüllung von zusätzlichen raumakustischen Parametern nach DIN 3382 Teil 2 (Hinweise in VDI 2569) wird empfohlen. (BNB BN2015)

Es wird eine Messung nach DIN 3382 Teil 2 bzw. 3382 Teil 1 gefordert, bei der alle Raumbegrenzungsflächen mit ihren relevanten schallabsorbierenden Flächen aufgeführt werden. Die Messung kann im besetzten oder unbesetzten Zustand stattfinden. Wenn die Messung im unbesetzten Zustand stattgefunden hat, wird der Raum nachträglich nach DIN 18041 in einen Raum mit Besetzung umgerechnet. Alternativ kann ein rechnerischer Nachweis erbracht werden. Bei diesem werden Absorptionsgrade, Absorptionsflächen und Bauteilflächen zahlenmäßig und frequenzabhängig aufgeführt. (BNB BN2015)

2.3 Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen

2.3.1 Allgemeine Grundlagen und Ziele

Die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) wurde 2007 als Non-Profit Verein gegründet. Mit 2.300 Mitgliedern ist es das größte nachhaltige Netzwerk in Europa und weltweit das zweitgrößte. Ziel ist es, die Bau- und Immobilienwirtschaft hinsichtlich des nachhaltigen Gedankens aktiv mitzugestalten. (DGNB GmbH, 2024)

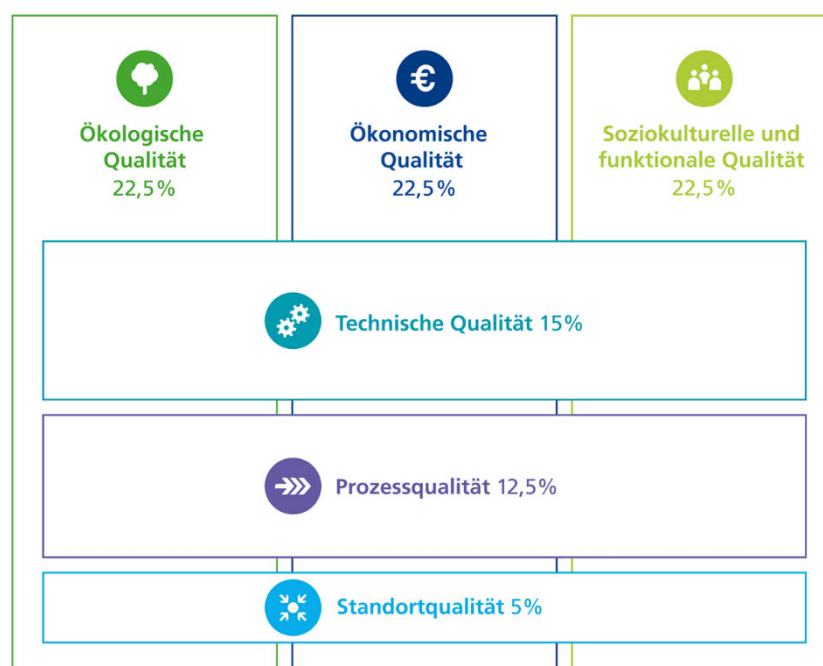






Abbildung 5: Gewichtung der Themenfelder im DGNB Zertifizierungssystem (DGNB Version Neubau 2023)

Der Bewertungskatalog setzt sich analog zum BNB Bewertungssystem aus sechs Themenfeldern zusammen: Ökologie, Ökonomie, soziokulturelle und funktionale Aspekte, Technik, Prozesse und Standortmerkmale. Dabei gehen die ersten drei Themenfelder mit einer gleichen Gewichtung von 22,5 % in die Gesamtbewertung ein, während den letzten drei eine abnehmende Gewichtung von 15 %, 12,5 % und 5 % zugewiesen wird (siehe Abbildung 5).

Der Gesamterfüllungsgrad ergibt sich aus allen sechs Themenfeldern und bildet je nach Erfüllung einen Auszeichnungsgrad. Für Gebäude mit einem hohen Gesamterfüllungsgrad wird die Auszeichnung Platin vergeben, danach folgen absteigend Gold, Silber und Bronze. Die Auszeichnung Bronze wird dabei nur für Bestandszertifikate „Gebäude im Betrieb“ vergeben. Zusätzlich zur Einhaltung des Gesamterfüllungsgrades müssen die Hauptkriteriengruppen, ausgenommen der Standortqualität, einen Mindesterfüllungsgrad einhalten. Die Mindest- und Gesamterfüllungsgrade zum Erreichen der Auszeichnungen sind in Abbildung 6 verdeutlicht.

VON PLATIN BIS BRONZE: DIE AUSZEICHNUNGSLOGIK DER DGNB

				
	PLATIN	GOLD	SILBER	BRONZE*
Gesamterfüllungsgrad	ab 80%	ab 65%	ab 50%	ab 35%
Mindesterfüllungsgrad	65%	50%	35%	— %

* Diese Auszeichnung gilt nur für das Bestandszertifikat bzw. für das Zertifikat „Gebäude im Betrieb“.

Abbildung 6: Auszeichnungslogik der DGNB von Platin bis Bronze (DGNB Version Neubau 2023)

Die DGNB befasst sich mit der Zertifizierung von Gebäuden und Quartieren. Des Weiteren teilen sich die Kriterienkataloge für Gebäude in Neubau, Sanierung, Gebäude im Neubau, kleine Wohngebäude, Innenräume, Rückbau und Baustellen. In dieser Arbeit wird der Kriterienkatalog für Neubauten genauer untersucht. Dabei werden in diesem elf unterschiedliche Nutzungsprofile betrachtet. Der Fokus im Folgenden soll auf die Nutzungsprofile „Büro“ und „Bildung“ gelegt werden. (DGNB Version Neubau 2023)

Unter der Kategorie „Büro“ werden alle Gebäude geordnet, welche überwiegend für Büro- und Verwaltungstätigkeiten genutzt werden. Die Kategorie „Bildung“ umfasst alle Gebäude, „in denen sich Menschen jeglichen Alters soziale, kulturelle, körperliche, geistige Fertigkeiten und Wissen in Interaktion/Unterrichtsform (Vermittlung von Wissen) aneignen“ (DGNB Version Neubau 2023). Darunter zählen allgemeinbildende Schulen, Berufs- und Förderschulen sowie Kinder- und Weiterbildungseinrichtungen.

2.3.2 Schallschutz in der aktuellen Version

In dem aktuellen Systemkatalog, welcher ab dem 1. Dezember 2023 für die Zertifizierung von Neubauten verpflichtend anzuwenden ist, gibt es in Bezug auf die Akustik in dem Themenfeld „soziokulturelle und funktionale Qualität“ das Kriterium: SOC 1.3 – Schallschutz und akustischer Komfort.

Ziel des Kriteriums ist es, einen der Raumnutzung entsprechenden Schallschutz zu gewährleisten, unzumutbare Belästigungen zu vermeiden und einen angemessenen Nutzerkomfort hinsichtlich der raumakustischen Situation zu schaffen. Der Schutz gegenüber störender Geräusche soll die Konzentrationsfähigkeit fördern und dadurch die Leistung der Nutzer

steigern. Um die Ziele erreichen zu können, werden alle Bauteile hinsichtlich der ungünstigsten Raumsituation auf Einhaltung der Anforderungen überprüft. (DGNB Version Neubau 2023)

Die maximal zu erreichende Punktzahl zuzüglich Bonuspunkten in diesem Kriterium beträgt 125 Punkte. Davon sind höchstens 100 Punkte anrechenbar. Wird der Indikator „AGENDA 2030“ betrachtet, können noch weitere 10 Punkte auf die Gesamtpunktzahl addiert werden. (DGNB Version Neubau 2023)

Alle Kriterien der Hauptgruppe „SOC – soziokulturelle und funktionale Qualität“ fließen zu 4,2 % in die Gesamtbewertung ein. Wie aus Abbildung 7 ersichtlich wird, besitzen sechs Kriterien im gesamten Zertifizierungskatalog eine Gewichtung von 4,2 %. Damit reiht sich das Kriterium „Schallschutz und akustischer Komfort“ in das obere Mittelfeld der allgemeinen Gewichtung ein.

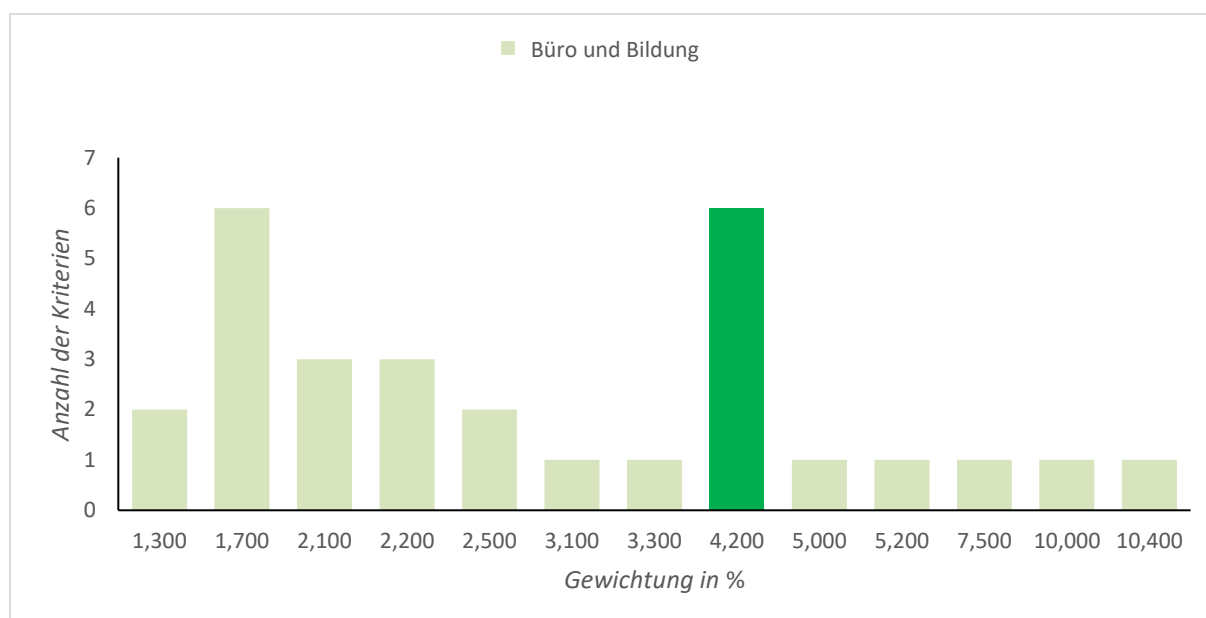


Abbildung 7: Darstellung der Anzahl der Kriterien pro Gewichtung im DGNB System 2023 (eigene Darstellung)

Das Kriterium SOC 1.3 umfasst vier Indikatoren, welche zur Erfüllung beitragen. Der erste Indikator befasst sich mit dem baulichen Schallschutz, Indikator 2 fordert ein planungsbegleitendes Raumakustikkonzept, Indikator 3 setzt sich mit der Einhaltung der Anforderungen an die Raumakustik auseinander und der letzte Indikator bildet den „Agenda 2030“ Bonus.

Für den ersten Indikator wird für die Nutzungsprofile „Büro“ und „Bildung“ die Einhaltung der erhöhten Anforderungen nach DIN 4109 Teil 5 gefordert. Die Anforderungen an alle Bauteile des Gebäudes müssen eingehalten und am Bau nachweisbar sein, damit Punkte in diesem Kriterium verlangt werden können. Für diesen Indikator können maximal zehn Punkte ver-

langt werden. (DGNB Version Neubau 2023) Mit der Messung am Bau werden weitere 30 Punkte in diesem Kriterium anrechenbar.

Ein planungsbegleitendes akustisches Konzept für den zweiten Indikator soll der Vermeidung von kostenintensiven nachträglichen Verbesserungen der Raumakustik dienen. Das nutzungsspezifische und der Wirtschaftlichkeit entgegenkommende Raumakustikkonzept soll daher frühestmöglich in die Planung aufgenommen werden. Es ist nach der HOAI – der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure – zu erstellen. In diesem Indikator können maximal 20 Punkte beantragt werden. (DGNB Version Neubau 2023)

Indikator 3 beschäftigt sich mit der Einhaltung der Anforderungen an die Raumakustik nach DIN 18041. Neben der Erfüllung der Anforderungen an die Nachhallzeit nach DIN 18041 für die Raumgruppen A1 bis A5 sowie den Empfehlungen an die Raumgruppen B3 bis B5 ist zusätzlich ein Nachweis zur Erfüllung der Empfehlungen nach VDI 2569 „Schallschutz und akustische Gestaltung in Büros“ für die Raumakustikklassen A, B und C zu erbringen. Die Bewertung soll eine Grundbedämpfung der Räume gewährleisten. Dabei sind die Räume im eingerichteten, bezugsfertigen und unbesetzten Zustand zu betrachten. Alternativ können Messungen im unbesetzten leeren oder möblierten Zustand nach DIN 3382 Teil 2 als Nachweis erbracht werden. (DGNB Version Neubau 2023)

Werden zusätzlich die Anforderungen an die Inklusion, also die Anforderungen der Raumgruppe A3 bzw. A4 nach DIN 18041, eingehalten, gehen diese positiv in die Gesamtbewertung des Kriteriums ein. Für die Nutzungsart „Büro“ werden mit dem Erbringen der Nachweise maximal 70 Punkte erreicht, während die Nutzungsart „Bildung“ maximal 60 Punkte zulässt. Zusatzpunkte können durch das Berücksichtigen von Schallabsorptionsflächen an Decken oder Raumteilern erzielt werden. Es werden Punkte für eine mittlere äquivalente Schallabsorptionsfläche ab 30 % der Deckenfläche und weitere Punkte ab 70 % vergeben. (DGNB Version Neubau 2023)

Alternativ zum rechnerischen Nachweis ist es für Räume mit besonderen Geometrien oder besonderen raumakustischen Anforderungen zulässig, eine raumakustische Simulation durchzuführen. Diese ermöglicht ein detailliertes Berechnungsverfahren, um die Wirkung von raumakustischen Maßnahmen zu überprüfen. (DGNB Version Neubau 2023)

Die Zusatzpunkte durch den Faktor „AGENDA 2030 BONUS – Stressreduktion, Gesundheit und Wohlbefinden“ werden anerkannt, wenn die Indikatoren 2 bis 3 des Kriteriums umgesetzt und durch Messungen verifiziert werden. Der „AGENDA 2030 BONUS“ setzt sich dabei „die Reduktion der vorzeitigen Sterblichkeit und Förderung von Gesundheit und Wohlbefinden.“ (DGNB Version Neubau 2023) zum Ziel. Da Dauerlärm Auswirkungen auf das Herz-Kreislauf-System hat und somit zu Krankheiten wie Bluthochdruck, Herzinfarkten oder Schlaganfällen führen kann, soll dieser Indikator Lärm als gesundheitsgefährdenden Faktor minimieren. (DGNB Version Neubau 2023)

2.3.3 Veränderungen zur Vorgängerversion

Da die Vorgängerversion aus dem Jahr 2018 des DGNB Kriterienkatalogs Neubau für Projekte, welche vor dem 1. Dezember 2023 angemeldet wurden, noch aktuell ist, werden in diesem Kapitel informativ die Veränderungen zum nun gültigen Kriterienkatalog Neubau Version 2023 aufgezeigt.

Im Vergleich zur Version 2023 beinhaltet die Version 2018 drei Kriterien, welche die Akustik betreffen:

- soziokulturelle und funktionale Qualität – SOC 1.3 „Akustischer Komfort“
- technische Qualität – TEC 1.2 „Schallschutz“
- technische Qualität – TEC 1.7 „Immissionsschutz“

Die Gewichtung der Kriterien aus dem Kriterienkatalog von 2018 unterscheidet sich zu der Gewichtung der neuen Kriterien, vor allem durch das Zusammenfassen vieler Kriterien in wenige. Dadurch wird eine Neubetrachtung der Gewichtungstabelle notwendig.

In Abbildung 8 ist die Verteilung der alten Gewichtung dargestellt, wobei die prozentuale Gewichtung der Akustikkriterien hervorgehoben ist. Dabei wird ersichtlich, dass die größte Bedeutung von den drei akustischen Kriterien in der Nutzungsart „Bildung“ SOC 1.3 „Akustischer Komfort“ einnimmt. Es wird mit 2,7 % der Gesamtbewertung gewichtet. Für die Nutzungsart „Büro“ geht das Kriterium mit 2,0 % in die Gesamtbewertung ein. Dabei liegt diese Gewichtung unter der des Kriteriums TEC 1.2 „Schallschutz“. Beide Nutzungsarten gehen hierbei zu 2,3 % in die Gesamtbewertung des Gebäudes ein. Für Bürobauten ist folglich der bauliche Schallschutz bedeutender als die raumakustischen Verhältnisse, dahingegen wird bei Bildungsbauten auf eine gute Sprachverständlichkeit Wert gelegt. (DGNB Version Neubau 2018)

Das technische Kriterium TEC 1.7 „Immissionsschutz“ geht in die Gesamtbewertung nur zu 0,8 % bei beiden Nutzungsarten ein. Ihm wird also eine geringere Gewichtung zugemessen.

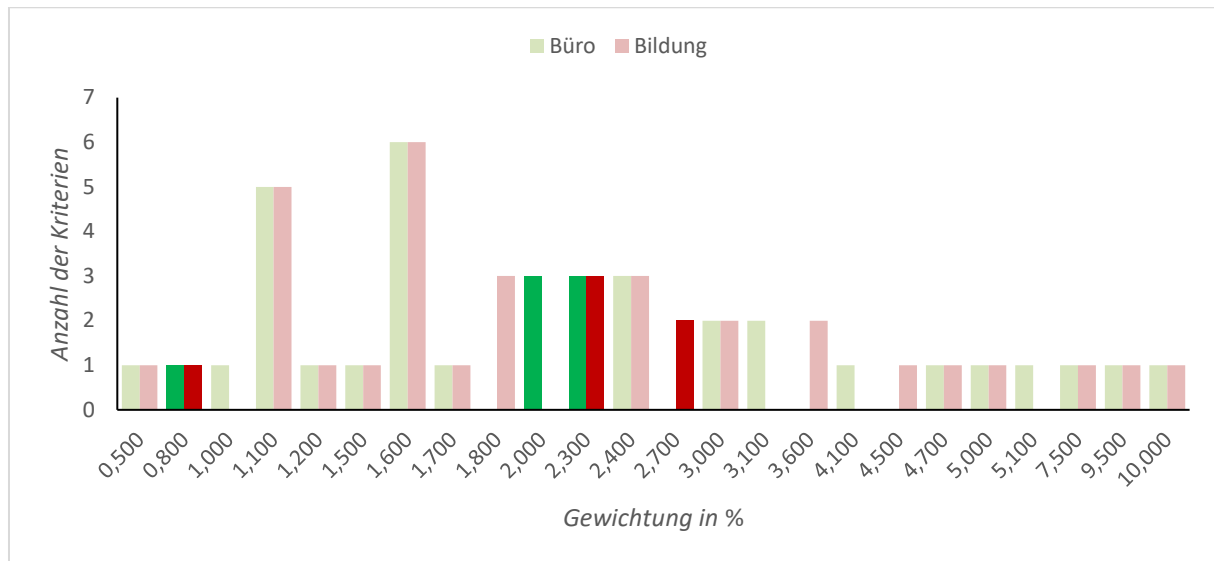


Abbildung 8: Darstellung der Anzahl der Kriterien pro Gewichtung im DGNB System 2018 (eigene Darstellung)

Im Vergleich zu dem Systemkatalog 2023, bei dem die Kriterien SOC 1.3 und TEC 1.2 zu SOC 1.3 zusammengefasst wurden, ordnet sich die Gewichtung in ein ähnliches Mittelfeld ein. Dabei ist genauer festzustellen, dass das einzelne akustische Kriterium ein wenig an Bedeutung zugenommen hat, da die Gewichtung mit 4,2 % eher das obere Mittelfeld bildet, während die drei einzelnen Kriterien das mittlere Spektrum einnehmen.

In der aktuellen Version des DGNB Kriterienkataloges entfällt das Kriterium TEC 1.7 „Immissionsschutz“. Dieses Kriterium betrachtete die Schall- sowie Lichtimmission des Gebäudes. Hierbei wurde die Einhaltung bzw. Unterschreitung der Immissionsrichtwerte nach TA Lärm gefordert. Der Schallimmissionsteil des Kriteriums wurde in kein neues Kriterium integriert und entfällt in der aktuellen Version somit vollständig.

Das Kriterium TEC 1.2 „Schallschutz“ hingegen wurde im Kriterium SOC 1.3 integriert. Dabei wird nicht mehr eine ausführliche Betrachtung der Schalldämmeigenschaften von Trennbau- teilen und haustechnischen Anlagen gefordert, sondern lediglich das Erbringen eines Schallschutznachweises zur Einhaltung der Anforderungen nach DIN 4109. Für Wohngebäude ist jedoch immer noch der DEGA Schallschutzausweis erforderlich.

Der raumakustische Anteil des neuen Kriteriums SOC 1.3 übernimmt inhaltlich alle Aspekte des alten SOC 1.3 Kriteriums. Der „akustische Komfort“ bleibt mit seinen Anforderungen also weiterhin bestehen.

Ziel des neuen Kriterienkatalogs war es, ihn übersichtlicher zu gestalten und damit zu verschlanken. Dies wurde einerseits durch das Zusammenfassen gleicher Themenfelder und andererseits durch das Wegstreichen nicht mehr erforderlicher Indikatoren erreicht. (DGNB Version Neubau 2023)

3 Anforderungen an die Akustik aus Normen und Richtlinien

Die Zertifizierungssysteme von nachhaltigen Gebäuden nehmen Bezug auf Anforderungen und Empfehlungen an den Schallschutz und akustischen Komfort aus Normen und Richtlinien. Diese Anforderungen sind zum Teil bauordnungsrechtlich gefordert oder werden vom Bauherren festgelegt.

Grundsätzlich sind Normen „allgemein anerkannte Regeln der Technik, die eine konkrete Art von Handlung und Ergebnisse festlegen.“ (El-Aboodi, 2024) Normen werden auf internationaler Ebene (ISO – International Organization for Standardization) oder auf nationaler Ebene (DIN – Deutsches Institut für Normung) entwickelt und veröffentlicht. Dabei ist vor allem bezogen auf die Akustik die Verbesserung der Gebäudequalität das Ziel der Normen.

In den Zertifizierungssystemen werden für den Schallschutz die „DIN 4109 – Schallschutz im Hochbau“ und die für die Raumakustik die „DIN 18041 – Hörsamkeit in Räumen“ als Grundlage für die geforderten Kriterien herangezogen.

Zusätzlich zu den DIN Normen werden für die Bewertung der Gebäude VDI Richtlinien berücksichtigt. VDI Richtlinien „sind richtungsweisende und praxisorientierte technische Regelwerke“ (VDI, 2024), welche den Stand der Technik in den betrachteten Themenfeldern widerspiegeln.

In den Zertifizierungssystemen BNB und DGNB findet zur Betrachtung und Bewertung der akustischen Kriterien die VDI Richtlinie „VDI 2569 – Schallschutz und akustische Gestaltung in Büros“ Anwendung.

In diesem Kapitel werden die deutschen Normen und Richtlinien vorgestellt und die Anforderungen an die Bau- und Raumakustik herausgearbeitet, um damit einen Überblick über die baurechtlich geforderten Grundlagen zu erlangen.

3.1 Schallschutz im Hochbau – die DIN 4109

3.1.1 Entstehung und Entwicklung

Die erste Fassung der DIN 4109 wurde im Jahr 1944 veröffentlicht. Dabei hat sich die Norm aus der DIN 4110 aus dem Jahr 1938 abgeleitet, welche eine Mindestflächenmasse für Wohnungstrennwände bzw. Wände im Allgemeinen von 450 kg/m^2 fest schrieb. Dieser Wert entspricht ungefähr einer 24 cm dicken Vollziegelwand mit dem damals üblichen dicken Putz, dadurch konnte ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R'_w = 55 \text{ dB}$ bis 56 dB erreicht werden. (Sälzer, 2007)

In der daraus entstandenen DIN 4109 „Richtlinien für den Schallschutz im Hochbau“ aus dem Jahr 1944 wurden dann die Anforderungen an die Wände auf $R'_w = 50 \text{ dB}$ gesenkt, wobei die Norm „sicherlich keine große Bedeutung mehr erlangte“ (Sälzer, 2007). Im Jahr 1962 kam es zur Anhebung des bewerteten Bauschalldämm-Maßes auf $R'_w = 52 \text{ dB}$ in der DIN 4109, welche ab diesem Zeitpunkt den Beinamen „Schallschutz im Hochbau“ trägt. Bis ins Jahr 1962 trugen Klassenraumtrennwände keine separaten Anforderungen an die Schalldämmung. Mit der DIN 4109:1962-09, Blatt 2 aus dem Jahr 1970 wurden erstmals Anforderungen an das bewertete Bauschalldämm-Maß von Klassenraumtrennwänden auf $R'_w = 47 \text{ dB}$ festgelegt, welches bis heute gültig ist.

Davor war die Schalldämmung von Klassenraumtrennwänden „sozusagen ein Nebenprodukt der üblichen Bauweisen“ (Liegl & Gasteiger, 2018). Ein Beispiel aus dem Jahr 1912 weist mit einer 24 cm dicken Mauerziegeltrennwand mit einer Rohdichte von ca. 1.500 kg/m^3 und einer flächenbezogenen Masse von $m' = 390 \text{ kg/m}^2$ ein bewertetes Bauschalldämm-Maß von $R'_w = 52 \text{ dB}$ auf. In den 1950er Jahren hingegen wurde im Zuge des Wiederaufbaus auf unterschiedliche Bauweisen gesetzt. Dabei sind zum Beispiel in einer Schule 1958 eine 17,5 cm dicke Mauerziegelwand mit einer Steinrohichte von ca. 1.200 kg/m^3 und einer flächenbezogenen Masse von $m' = 235 \text{ kg/m}^2$ verbaut worden. Diese Wand erreichte ein bewertetes Bauschalldämm-Maß von $R'_w = 46 \text{ dB}$. (Liegl & Gasteiger, 2018)

Weitere Erhöhungen des Anforderungsniveaus von Wohnungstrennwänden sollten im Jahr 1978/79 durch einen neuen Entwurf der DIN 4109 vorgebracht werden. Diese wurden jedoch von der Bauindustrie aufgrund der damit verbundenen Kostensteigerung kritisiert. Daraufhin hat man die Anforderungen im Entwurf der Norm 1985 erneut reduziert. Dieser Entwurf war „mit minimalen Änderungen in der [...] DIN 4109 von '89“ bis 2016 gültig.

„Mit der Überarbeitung der DIN 4109 und der Ausgabe des Weißdrucks im Juli 2016 bzw. des überarbeiteten Teils 1 im Januar 2018 wurden die baurechtlichen Mindestanforderungen an die Schalldämmung neu gefasst. Sie weichen in Teilen von den zuvor gültigen Anforderungen ab.“ (Baradiy, Dietze, Liegl & Henrich, 2021)

Wohnungstrennwände bzw. Wände zwischen fremden Arbeitsbereichen besitzen nun eine Anforderung an das bewertete Bauschalldämm-Maß von $R'_w = 53$ dB.

Abbildung 9 verdeutlicht die Änderungen des bewerteten Bauschalldämm-Maßes von Wohnungstrennwänden bzw. Wänden zwischen fremden Arbeitsbereichen im Verlauf der Versionen der DIN 4109. Im Vergleich dazu wird in Abbildung 10 die Entwicklung der Anforderungen an Klassenraumtrennwände graphisch verdeutlicht.

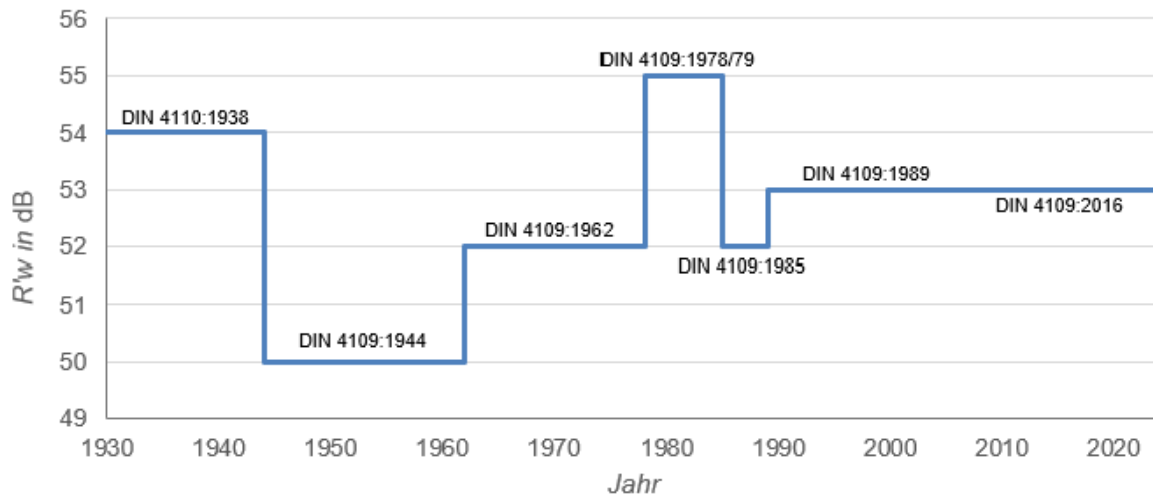


Abbildung 9: Geschichtliche Entwicklung der Anforderungen an Wände zwischen fremden Arbeitsbereichen nach DIN 4109

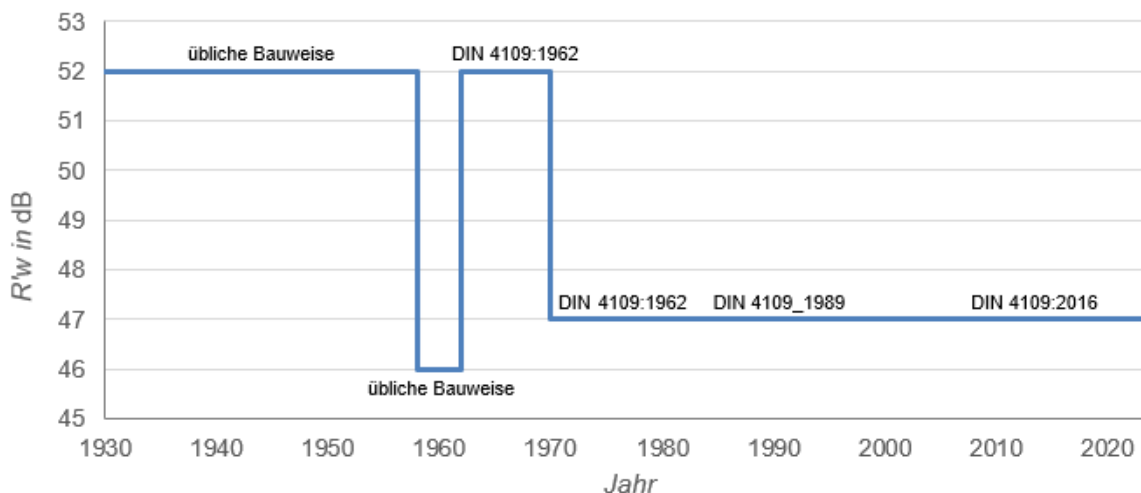


Abbildung 10: Geschichtliche Entwicklung der Anforderungen von Klassenraumtrennwänden nach DIN 4109

3.1.2 Mindestanforderungen nach DIN 4109 Teil 1

Die Anforderungen der DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen“ richten sich an die Schalldämmung der Bauteile und die maximal zulässigen Schalldruckpegel von schutzbedürftigen Räumen in Wohn- und Nichtwohngebäuden. Zu den schutzbedürftigen Räumen zählen

- „Wohnräume, einschließlich Wohndielen, Wohnküchen;
- Schlafräume, einschließlich Übernachtungsräumen in Beherbergungsstätten;
- Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien;
- Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen;
- Büroräume;
- Praxisräume, Sitzungsräume und ähnliche Arbeitsräume.“ (DIN 4109-1)

Es soll der Schutz gegenüber Geräuschen aus fremden Räumen, welche bei „deren bestimmungsgemäßer Nutzung entstehen“ (DIN 4109-1), gegenüber Geräuschen von gebäudetechnischen Anlagen sowie aus Gewerbe- und Industriebetrieben, die in demselben Gebäude entstehen und gegenüber Außenlärm, wie z. B. Verkehrslärm oder Gewerbe- und Industrielärm aus Nachbargebieten gewährleistet werden.

Die Norm betrachtet keine Aufenthaltsräume mit einem ständigen Geräuschpegel von $L_{AF,95} \geq 40$ dB. Ausgenommen werden außerdem Geräusche, welche durch Fluglärm entstehen sowie tieffrequente Geräuschanteile. Der Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich, der Trittschall und die Lärmübertragung aus gebäudetechnischen Anlagen in Küchen sowie die Luftschallübertragung aus „Küchen, Flure[n], Bäder[n], Toilettenräume[n] und Nebenräume[n], sofern diese nicht als Aufenthaltsräume vorgesehen sind“ (DIN 4109-1), werden ebenfalls nicht betrachtet.

Im Speziellen werden die Mindestanforderungen der Luft- und Trittschalldämmung von Gebäuden mit Wohn- und Arbeitsbereichen unterteilt in Anforderungen an „Mehrfamilienhäuser, Bürogebäude sowie in gemischt genutzte Gebäude“ und „Einfamilien-, Reihenhäuser und zwischen Doppelhäusern“. Nichtwohngebäude untergliedern sich in die Kategorien „Hotels und Beherbergungsstätten“, „Krankenhäuser und Sanatorien“ und „Schulen und vergleichbaren Einrichtungen (z. B. Ausbildungsstätten)“. (DIN 4109-1)

Mindestanforderungen an Trennbauteile in Bürogebäuden

Im Folgenden werden die Mindestanforderungen an Büro- und Verwaltungsgebäude gemäß DIN 4109-1 Tabelle 2 sowie an Schulbauten gemäß DIN 4109-1 Tabelle 6 betrachtet. Für Büro- und Verwaltungsgebäude gelten folgende Vorgaben:

Tabelle 2: Mindestanforderungen an die Schalldämmung in Büro- und Verwaltungsgebäuden (DIN 4109-1)

	Bauteile	Anforderungen		Bemerkungen
		R'_w dB	$L'_{n,w}$ dB	
Decken	Decken unter allgemein nutzbaren Dachräumen, z. B. Trockenböden, Abstellräumen und ihren Zugängen	≥ 53	≤ 52	
	Trenndecken (auch Treppen) zwischen fremden Arbeitsräumen bzw. vergleichbaren Nutzungseinheiten	≥ 54	≤ 53	
	Decken über Kellern, Hausfluren, Treppenräumen unter Aufenthaltsräumen	≥ 52	≤ 50	Die Anforderung an die Trittschalldämmung gilt für die Trittschallübertragung in fremde Aufenthaltsräume in alle Schallausbreitungsrichtungen.
	Decken über Durchfahrten, Einfahrten von Sammelgaragen und ähnliches unter Aufenthaltsräumen	≥ 55	≤ 50	
	Decken unter/über Spiel- oder ähnlichen Gemeinschaftsräumen	≥ 55	≤ 46	Wegen der verstärkten Übertragung tiefer Frequenzen können zusätzliche Maßnahmen zur Schalldämmung erforderlich sein.
	Decken unter Terrassen und Loggien über Aufenthaltsräumen	–	≤ 50	Bezüglich der Luftschalldämmung gegen Außenlärm siehe Abschnitt 7, DIN 4109-1.
	Decken unter Laubengängen	–	≤ 53	Die Anforderungen an die Trittschalldämmung gilt für die Trittschallübertragung in fremde Aufenthaltsräume in alle Schallausbreitungsrichtungen
	Balkone	–	≤ 58	
	Decken unter Bad und WC ohne/mit Bodenentwässerung	≥ 54	≤ 53	
	Decken unter Hausfluren	–	≤ 50	
Treppen	Treppenläufe und -podeste	–	≤ 53	
Wände	Wohnungstrennwände und Wände zwischen fremden Arbeitsbereichen	≥ 53	–	

	Bauteile	Anforderungen		Bemerkungen
		R'_w dB	$L'_{n,w}$ dB	
	Treppenraumwände und Wände neben Hausfluren	≥ 53	–	
	Wände neben Durchfahrten, Sammelgaragen, einschließlich Einfahrten	≥ 55	–	
	Wände von Spiel- oder ähnlichen Gemeinschaftsräumen	≥ 55	–	
	Schachtwände von Aufzuganlagen an Aufenthaltsräumen	≥ 57	–	
Türen	Türen, die von Hausfluren oder Treppenträumen in geschlossene Flure und Dielen von Wohnungen und Wohnheimen oder von Arbeitsräumen führen	≥ 27	–	Bei Türen gilt R_w nach Tabelle 1, DIN 4109-1 – siehe auch Tabelle 1, Fußnote c, DIN 4109-1

Die häufigste Anwendung von Schalldämmanforderungen bei Bürogebäuden betrifft bei Decken die „Trenndecken zwischen fremden Arbeitsbereichen“ und bei den Wänden die „Wände zwischen fremden Arbeitsbereichen“ sowie die „Treppenraumwände“. Außerdem werden in Nachweisen für den baulichen Schallschutz „Treppenläufe und -podeste“ und, sofern vorhanden, „Schachtwände von Aufzuganlagen“ betrachtet.

Mindestanforderungen an Trennbauteile in Schulen

Die folgenden Vorgaben gelten für Schulgebäude:

Tabelle 3: Mindestanforderungen an die Schalldämmung in Schulen und vergleichbaren Einrichtungen (DIN 4109-1)

	Bauteile	Anforderungen		Bemerkungen
		R'_w dB	$L'_{n,w}$ dB	
Decken	Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen/Decken unter Fluren	≥ 55	≤ 53	Die Anforderung an die Trittschalldämmung gilt für die Trittschallübertragung in fremde Aufenthaltsräume in alle Schallausbreitungsrichtungen. Zu ähnlichen Räumen gehören auch solche Räume mit erhöhten Ruhebedürf-

	Bauteile	Anforderungen		Bemerkungen
		R'_w dB	$L'_{n,w}$ dB	
				nis z. B. Schlafräume.
	Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lauten“ Räumen (z. B. Speiseräume, Cafeteria, Musikräume, Spielräume, Technikzentralen)	≥ 55	≤ 46	Wegen der verstärkten Übertragung tiefer Frequenzen können zusätzlich Maßnahmen zur Körperschalldämmung erforderlich sein.
	Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und z. B. Sporthallen, Werkräumen	≥ 60	≤ 46	
Wände	Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander und zu Fluren	≥ 47	–	
	Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Treppenhäusern	≥ 52	–	
	Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „lauten“ Räumen (z. B. Speiseräume, Cafeterien, Musikräume, Spielräume, Technikzentralen)	≥ 55	–	
	Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und z. B. Sporthallen, Werkräumen	≥ 60	–	
Türen	Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Fluren	≥ 32	–	Bei Türen gilt R_w nach Tabelle 1, DIN 4109-1 – siehe auch Tabelle 1, Fußnote c, DIN 4109-1
	Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen untereinander	≥ 37	–	
ANMERKUNG Zu den vergleichbaren Einrichtungen gehören beispielsweise öffentliche Kindertagesstätten.				

Die Anforderungen an Trenndecken und -wände in Schulgebäuden unterscheiden sich in drei Kategorien: Wände und Decken zwischen Unterrichtsräumen untereinander, zwischen Unterrichtsräumen und „lauten“ Räumen wie Musikräumen sowie zwischen Unterrichtsräumen und Werkräumen bzw. Sporthallen. Trennwände von Unterrichtsräumen zu Treppen-

räumen haben eine ein Dezibel geringere Anforderung als Treppenraumwände von Mehrfamilienhäusern/Büro- und Verwaltungsgebäuden.

Anforderungen an Trennbauteile von „besonders lauten“ zu schutzbedürftigen Räumen

Die DIN 4109 Teil 1 stellt außerdem Anforderungen an Trennwände und Decken zwischen schutzbedürftigen Räumen und „besonders lauten“ Räumen. Zu den „besonders lauten“ Räumen zählen

- „Räume, in denen der Schalldruckpegel des Luftschalls $L_{AF,max}$ häufig mehr als 75 dB beträgt,
- Räume, in denen häufigere und größere Körperschallanregungen stattfinden als in Wohnungen.“ (DIN 4109-1)

Bei Bürogebäuden bzw. Schulgebäuden betrifft das zum Beispiel Trennbauteile zu Technikräumen, Spiel- und ähnlichen Gemeinschaftsräumen, Musik- und Werkräumen sowie Sporthallen, sofern diese noch nicht durch die Tabellen 2 und 6 der DIN 4109 Teil 1 (siehe Tabelle 2 und Tabelle 3) definiert sind.

Folgende Anforderungen werden an solche Räume gestellt:

Tabelle 4: Anforderungen an die Schalldämmung von Bauteilen zwischen "besonders lauten" und schutzbedürftigen Räumen (DIN 4109-1)

Art der Räume	Bauteile	Bewertetes Schalldämm-Maß		Bewerteter Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ ^{a,b} dB
		R'_w dB		
		Schalldruckpegel $L_{AF,max}$ dB		
		75 – 80	81 – 85	
Räume mit „besonders lauten“ gebäudetechnischen Anlagen oder Anlageteilen	Decken, Wände	≥ 57	≥ 62	–
	Fußböden	–		≤ 46 ^c
a	Jeweils in Richtung der Schallausbreitung.			
b	Die für Maschinen erforderliche Körperschalldämmung ist mit diesem Wert nicht erfasst; hierfür sind gegebenenfalls weitere Maßnahmen erforderlich. Ebenso kann je nach Art des Betriebes ein niedrigeres $L'_{n,w}$ notwendig sein; dies ist im Einzelfall zu überprüfen. Wegen der verstärkten Übertragung tiefer Frequenzen können zusätzliche Maßnahmen zur Schalldämmung erforderlich sein.			

Art der Räume	Bauteile	Bewertetes Schalldämm-Maß		Bewerteter Norm-Trittschallpegel
		R'_w dB		
		Schalldruckpegel		
		$L_{AF,max}$ dB		$L'_{n,w}{}^{a,b}$ dB
		75 – 80	81 – 85	

c	Nicht erforderlich, wenn geräuscherzeugende Anlagen ausreichend Körperschallgedämmt aufgestellt werden; eventuelle Anforderungen nach Tabellen 2 und 6 bleiben hiervon unberührt.
---	---

Anforderungen an den Außenlärm

Die Anforderungen an den Außenlärm berechnen sich nach Gleichung sechs der DIN 4109 Teil 1. Dabei ist er abhängig von der Raumart. Raumarten sind Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien, Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten und Unterrichtsräume sowie Büroräume. Aus dem maßgeblichen Außenlärmpegel und der Variable, welche durch die Raumart bestimmt wird, kann das gesamt bewertete Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,ges}$ für Außenbauteile ermittelt werden.

$$R'_{w,ges} = L_a - K_{Raumart} \quad (1)$$

mit

$$K_{Raumart} = 30 \text{ dB} \quad \text{für Unterrichtsräume und ähnliche Nutzungsarten}$$

$$K_{Raumart} = 35 \text{ dB} \quad \text{für Büroräume und ähnliche Nutzungsarten}$$

Es ist hierbei ein gesamt bewertetes Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,ges}$ für Unterrichts- und Büroräume von mindestens 30 dB einzuhalten. $R'_{w,ges}$ ist nicht nur von den Raumarten abhängig, sondern betrachtet auch das Verhältnis zwischen der Außenfläche des Bauteils zur Grundfläche des Raumes. Diese Korrektur wird mit dem Korrekturwert K_{AL} , welcher sich aus der Gleichung 33 nach DIN 4109-2 ergibt, durchgeführt. Des Weiteren beeinflusst die Lage der maßgeblichen Lärmquelle zum schutzbedürftigen Raum das gesamt bewertete Bau-schalldämm-Maß $R'_{w,ges}$, indem der maßgebliche Außenlärmpegel bei einer offenen Bebauung um fünf Dezibel und bei einer geschlossenen Bebauung um zehn Dezibel vermindert werden darf. (DIN 4109-2)

Bei Lärmquellen aus Gewerbe- und Industrieanlagen wird „im Regelfall [für den maßgeblichen Außenlärmpegel] der nach der TA Lärm im Bebauungsplan für die jeweiligen Gebietskategorien angegebene Tag-Immissionsrichtwert eingesetzt, wobei zu dem Immissionsrichtwert 3 dB(A) zu addieren sind.“ (DIN 4109-1)

Der sich daraus ergebende maßgebliche Außenlärmpegel kann im Allgemeinen in folgende Lärmpegelbereiche eingeordnet werden:

Tabelle 5: Zuordnung zwischen Lärmpegelbereichen und maßgeblichen Außenlärmpegel (DIN 4109-1)

Lärmpegelbereich	Maßgeblicher Außenlärmpegel
	L_a dB
I	55
II	60
III	65
IV	70
V	75
VI	80
VII	> 80 ^a
a	Für maßgebliche Außenlärmpegel $L_a > 80$ dB sind die Anforderungen aufgrund der örtlichen Gegebenheiten festzulegen.

Anforderungen an gebäudetechnische Anlagen

Nachfolgend werden informativ die Anforderungen an gebäudetechnische Anlagen und baulich mit dem Gebäude verbundene Gewerbebetriebe für Unterrichts- und Büroräume aufgeführt:

Tabelle 6: Maximal zulässige A-bewertete Schalldruckpegel in fremden schutzbedürftigen Räumen, erzeugt von gebäudetechnischen Anlagen und baulich mit dem Gebäude verbundenen Betrieben (DIN 4109-1)

Geräuschquellen	Maximal zulässige A-bewertete Schalldruckpegel (Unterrichts- und Arbeitsräume) dB
Sanitärtechnik/Wasserinstallationen (Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen gemeinsam)	$L_{AF,max,n} \leq 35$ ^{a,b,c}

Geräuschquellen		Maximal zulässige A-bewertete Schalldruckpegel (Unterrichts- und Arbeitsräume) dB
Sonstige hausinterne, fest installierte technische Schallquellen der technischen Ausrüstung, Ver- und Entsorgung sowie Garagenanlagen		$L_{AF,max,n} \leq 35$ °
Gaststätten einschließlich Küchen, Verkaufsstätten, Betriebe u. Ä.	tags 06:00 – 22:00 Uhr	$L_r \leq 35$ $L_{AF,max} \leq 45$
	nachts nach TA Lärm	$L_r \leq 35$ $L_{AF,max} \leq 45$
a	Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen, die beim Betätigen der Armaturen und Geräte nach Tabelle 11 (Öffnen, Schließen, Umstellen, Unterbrechen) entstehen, sind derzeit nicht zu berücksichtigen.	
b	Voraussetzungen zur Erfüllung des zulässigen Schalldruckpegels: <ul style="list-style-type: none"> Die Ausführungsunterlagen müssen die Anforderungen des Schallschutzes berücksichtigen, d. h. zu den Bauteilen müssen die erforderlichen Schallschutznachweise vorliegen; außerdem muss die verantwortliche Bauleitung benannt und zu einer Teilabnahme vor Verschließen bzw. Bekleiden der Installation hinzugezogen werden. 	
c	Abweichend von DIN EN ISO 10052:2010-10, 6.3.3, wird auf Messung in der lautesten Raumecke verzichtet (siehe auch DIN 4109-4).	

3.1.3 Erhöhte Anforderungen

In allen sechzehn Bundesländern gelten die Mindestanforderungen nach der DIN 4109 Teil 1 im Rahmen der „Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen“ als baurechtliche Anforderungen. Sie sind daher immer einzuhalten. Darüber hinausgehende Anforderungen bestehen somit baurechtlich nicht und werden, wenn vom Vertragspartner bzw. Bauherren gewünscht, zusätzlich vertraglich geregelt.

Für die unterschiedlichen Nutzungsarten geben verschiedene Normen und Richtlinien Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutz. Bis 2020 galt das Beiblatt 2 zur DIN 4109 als Anhaltspunkt für den erhöhten Schallschutz. „Im August 2020 erschien mit DIN 4109-5 ‚Erhöhte Anforderungen‘ ein Normteil, der als Ersatz für das Beiblatt 2 aus dem Jahr 1989 dienen soll und, wie es der Name sagt, erhöhte Anforderungen für den Schallschutz im Hochbau festlegt.“ (Baradiy et al., 2021)

Die erhöhten Anforderungen nach Teil 5 der DIN 4109 richten sich an Wohngebäude und Gebäude mit Wohn- und Arbeitsbereichen, Hotels und Beherbergungsstätten sowie Krankenhäuser und Sanatorien. (DIN 4109-5) Sie wurden aus den Vorschlägen zum erhöhten Schallschutz des zurückgezogenen Beiblatts 2 zur DIN 4109 abgeleitet.

Nachfolgend sind die Anforderungen bzw. Vorschläge des Teils 5 und Beiblatts 2 der DIN 4109 für Bauteile in Bürogebäuden/zu fremden Arbeitsbereichen gegenübergestellt.

Tabelle 7: Vergleich der erhöhten Anforderungen der DIN 4109-5 und des Beiblatts 2 zur DIN 4109

	Bauteile	Anforderungen nach Teil 5		Anforderungen nach Beiblatt 2	
		R'_w dB	$L'_{n,w}$ dB	R'_w dB	$L'_{n,w}$ dB
Decken	Trenndecken (auch Treppen) zwischen fremden Arbeitsräumen bzw. vergleichbaren Nutzungseinheiten	–	–	≥ 55	≤ 46
Treppen	Treppenläufe und -podeste	–	≤ 47	–	≤ 46
Wände	Wohnungstrennwände und Wände zwischen fremden Arbeitsbereichen	≥ 56	–	≥ 55	–
	Treppenraumwände und Wände neben Hausfluren	≥ 56	–	≥ 55	–
	Schachtwände von Aufzuganlagen an Aufenthaltsräumen	≥ 57	–	–	–
Türen	Türen, die von Hausfluren oder Treppenträumen in geschlossene Flure und Dielen von Wohnungen und Wohnheimen oder von Arbeitsräumen führen	≥ 32	–	≥ 37	–

Bei der Gegenüberstellung ist festzustellen, dass der Teil 5 keine erhöhten Anforderungen an Decken zwischen fremden Arbeitsbereichen stellt, während im Beiblatt 2 keine Vorschläge zu Schachtwänden vorgebracht werden. Die Trennwände werden im Teil 5 um einen Dezibel höher angesetzt, auf der anderen Seite werden Türen, welche vom Hausflur in Arbeitsräume führen, im Beiblatt 2 strenger gewertet.

Da, wie bereits erwähnt, das Beiblatt 2 zurückgezogen wurde, gelten seit August 2020 keine erhöhten Anforderungen an Trenndecken zwischen fremden Arbeitsbereichen. Für Schulen existieren generell keine Anforderungen an den erhöhten Schallschutz.

3.1.4 Schallschutz im eigenen Bereich

Anforderungen oder Empfehlungen zum Schutz vor Lärm im eigenen Wohn- oder Arbeitsbereich sind in der DIN 4109:2018 nicht gegeben. Neben den Vorschlägen zum erhöhten Schallschutz definiert das Beiblatt 2 zur DIN 4109 Empfehlungen an den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich. Obwohl zurückgezogen, kann das Beiblatt 2 daher immer noch als Anhaltspunkt und Orientierung dienen. Es ist dabei aber ausschließlich als Empfehlungen zu betrachten.

Tabelle 8: Empfehlungen für normalen und erhöhten Schallschutz im eigenen Arbeitsbereich (Beiblatt 2)

Bauteile	Anforderungen (erhöht)		Bemerkungen
	R'_w dB	$L'_{n,w}$ dB	
Decken, Treppen, Decken von Fluren und Treppenraumwände	≥ 52 (≥ 55)	≤ 53 (≤ 46)	Weichfedernde Bodenbeläge dürfen für den Nachweis des Trittschallschutzes angerechnet werden.
Wände zwischen Räumen mit üblicher Bürotätigkeit untereinander und zu Fluren	≥ 37 (≥ 42)	–	Es ist darauf zu achten, dass diese Werte nicht durch Nebengewegübertragung über Flur und Türen verschlechtert wird.
Wände zwischen Räumen für konzentrierte geistige Tätigkeiten oder zur Behandlung vertraulicher Angelegenheiten untereinander und zu Fluren	≥ 45 (≥ 52)	–	
Türen in Wänden von Räumen mit üblicher Bürotätigkeit	≥ 27 (≥ 32)	–	Bei Türen gelten die Werte für die Schalldämmung bei alleiniger Übertragung durch die Tür.
Türen in Wänden von Räumen mit konzentrierter geistiger Tätigkeit oder zur Behandlung vertraulicher Angelegenheiten	≥ 37 (–)	–	

3.2 Hörsamkeit in Räumen – die DIN 18041

3.2.1 Entstehung und Entwicklung

Die im Jahr 1968 erstmals erschienene DIN 18041 „Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen“ hat das „schon damals mehr als gefestigte Wissen rund um die Akustik der Räume des alltäglichen Lebens zusammengefasst und als Planungsgrundlage auch normativ zur Verfügung gestellt.“ (Nocke, 2016) Dabei ist festzuhalten, dass die Norm bis zur aktuellsten Version von 2016 den Fokus nicht auf Räume mit speziellen Anforderungen legt, wie zum Beispiel Theater, Konzertsäle oder Räume, die der Aufnahme von Sprache und Musik dienen. (DIN 18041)

Schon in der ursprünglichen Fassung unterschied man in der DIN Norm zwischen zwei Raumgruppen, welche in der Aktualisierung der Norm im Jahr 2004 in die heute auch bestehenden Raumgruppen A und B übergingen. 2004 wurde die Raumgruppe A um die fünf Nutzungsarten A1 bis A5 ergänzt und schließlich 2016 auch auf die Raumgruppe B übertragen, welche ab diesem Zeitpunkt ebenfalls in fünf Nutzungsarten unterteilt wurde. (Nocke, 2016) Des Weiteren hat die Bedeutung von elektroakustischer Beschallung seit 2004 zugenommen, weshalb dieser Aspekt in der Fassung von 2016 weiterentwickelt wurde. (DIN 18041)

Der wesentlichste Grund zur Überarbeitung der DIN 18041 im Jahr 2016, welche nun den Beinamen „Hörsamkeit in Räumen – Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung“ trägt, war die „Änderung der Gesetzeslage im Bereich des gesellschaftlichen Miteinanders“. (DIN 18041) Demnach entwickelte sich aus dem Benachteiligungsverbot des Grundgesetzes „Niemand darf wegen seines Geschlechts, seiner Abstammung, seiner Rasse, seiner Sprache, seiner Heimat und Herkunft, seines Glaubens, seiner religiösen oder politischen Anschauung benachteiligt oder bevorzugt werden. Niemand darf wegen seiner Behinderung benachteiligt werden.“ (Artikel 3 Absatz 3 GG) sowie weiteren Gesetzen und Rechten für die Gleichberechtigung von behinderten Menschen Anforderungen an barrierefreies Bauen. In der DIN 18041:2016 wurde daher die inklusive Nutzung umfassender überarbeitet und in der Norm fest verankert. (DIN 18041)

3.2.2 Anforderungen und Empfehlungen

Die DIN 18041 betrachtet Anforderungen an die Nachhallzeit und Empfehlungen an das Verhältnis der äquivalenten Schallabsorptionsfläche zum Volumen eines Raumes und gibt Planungshinweise zur geometrischen Gestaltung von Räumen sowie zur Positionierung der schallabsorbierenden Flächen.

Räume, welche Anforderungen an die Nachhallzeit stellen, werden der Raumgruppe A zugeordnet. Bei Räumen der Raumgruppe A soll die Hörsamkeit über mittlere oder große Entfernungen durch eine angepasste Nachhallzeit und einer gezielten Lenkung des Schalls sichergestellt werden. (DIN 18041)

Die Raumgruppe A wird außerdem in die fünf Nutzungsarten A1 bis A5 eingeteilt. Die Nachhallzeit der Nutzungsarten A1 bis A4 wird im Frequenzbereich 125 Hz bis 4.000 Hz betrachtet. Für die Nutzungsart A5 findet diese Betrachtung im Frequenzbereich 250 Hz bis 2.000 Hz statt.

Tabelle 9: Anforderungen an Nutzungsarten A1 bis A5 der Raumgruppe A mit Beispielen für Unterrichts- und Büronutzung (DIN 18041)

Nutzungsart	Beschreibung	Nachhallzeit in s	Beispiele
A1	„Musik“ Vorwiegend musikalische Darbietungen.	$T_{\text{Soll,A1}} = \left(0,45 \lg \frac{V}{\text{m}^3} + 0,07\right)$ $30 \text{ m}^3 \leq V \leq 1.000 \text{ m}^3$	Musikraum mit aktivem Musizieren und Gesang
A2	„Sprache/Vortrag“ Sprachliche Darbietungen stehen im Vordergrund, in der Regel von einer (frontalen) Position. Gleichzeitige Kommunikation zwischen mehreren Personen an verschiedenen Stellen im Raum wird selten durchgeführt.	$T_{\text{Soll,A2}} = \left(0,37 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 0,14\right)$ $50 \text{ m}^3 \leq V \leq 5.000 \text{ m}^3$	Hörsaal Versammlungsraum Schulaula
A3	„Sprache/Vortrag inklusiv“ Räume der Nutzungsart A2 für Personen, die in besonderer Weise auf gutes Sprachverstehen angewiesen sind	$T_{\text{Soll,A3}} = \left(0,32 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 0,17\right)$ $30 \text{ m}^3 \leq V \leq 5.000 \text{ m}^3$	Hörsaal Versammlungsraum Schulaula
	„Unterricht/Kommunikation“ Kommunikationsintensive Nutzungen mit mehreren gleichzeitigen Sprechern verteilt im Raum.		Unterrichtsraum Differenzierungsraum Tagungsraum Besprechungsraum Konferenzraum Seminarraum Gruppenraum in Kindertageseinrichtungen

Nutzungsart	Beschreibung	Nachhallzeit in s	Beispiele
A4	<p>„Unterricht/Kommunikation inklusiv“</p> <p>Kommunikationsintensive Nutzung mit mehreren gleichzeitigen Sprechern verteilt im Raum entsprechend der Nutzungsart A3, jedoch für Personen, die in besonderer Weise auf gutes Sprachverstehen angewiesen sind.</p> <p>Für Räume größer als 500 m³ und für musikalische Nutzungen ist diese Nutzungsart nicht geeignet.</p>	$T_{\text{Soll,A4}} = \left(0,26 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 0,14\right)$ $30 \text{ m}^3 \leq V \leq 500 \text{ m}^3$	<p>Unterrichtsraum</p> <p>Differenzierungsraum</p> <p>Tagungsraum</p> <p>Besprechungsraum</p> <p>Konferenzraum</p> <p>Seminarraum</p> <p>Gruppenraum in Kindertageseinrichtungen</p> <p>Video-Konferenzraum</p>
A5	<p>„Sport“</p> <p>In Sport- und Schwimmhallen kommunizieren mehrere Gruppen (auch gleichzeitig) mit unterschiedlichen Inhalten.</p>	$T_{\text{Soll,A5}} = \left(0,75 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 1,00\right)$ $200 \text{ m}^3 \leq V < 10.000 \text{ m}^3$ $T_{\text{Soll,A5}} = 2 \text{ s}$ $V \geq 10.000 \text{ m}^3$	<p>Sport- und Schwimmhallen für nahezu ausschließliche Nutzung als Sportstätte</p>

In der Berechnung der Nachhallzeit werden neben den schallabsorbierenden Eigenschaften der Wände, Böden und Decken des Raumes die Schallabsorption des Mobiliars sowie der Besetzung des Raumes, wobei 80 % der eigentlichen Besetzung angesetzt werden, berücksichtigt.

Der Toleranzbereich der Nachhallzeit für die Nutzungsarten A1 bis A4 zwischen 125 Hz bis 4.000 Hz wird in Abbildung 11 dargestellt. Für die Nutzungsart A5 ist ein Toleranzbereich von 20 % im Frequenzbereich 250 Hz bis 2.000 Hz einzuhalten.

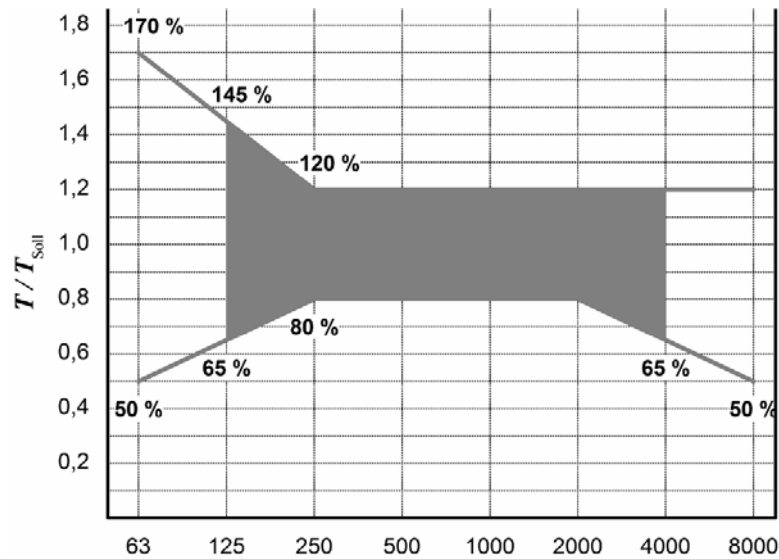


Abbildung 11: Toleranzbereich der Nachhallzeit T in Abhängigkeit von der Frequenz für die Nutzungsarten A1 bis A4 (DIN 18041)

Bei Räumen der Raumgruppe B wird mittels Schallabsorption und Störgeräuschminderungen die Hörsamkeit des Raumes über geringe Entfernungen garantiert. Diese Raumgruppe teilt sich analog zur Raumgruppe A ebenfalls in fünf Nutzungsarten. Es werden in diesem Fall Empfehlungen an die Raumbedämpfung vorgeschlagen. Dabei wird das Verhältnis der äquivalenten Schallabsorptionsfläche A des Raumes zum Raumvolumen V , das A/V -Verhältnis, im Frequenzbereich 250 Hz bis 2.000 Hz bewertet.

Tabelle 10: Anforderungen an Nutzungsarten B1 bis B5 der Raumgruppe B mit Beispielen für Unterrichts- und Büronutzung (DIN 18041)

Nutzungsart	Beschreibung	A/V – Verhältnis in m^2/m^3	Beispiele
B1	Räume ohne Aufenthaltsqualität	ohne Anforderung	Eingangshallen, Flure, Treppenhäuser u. Ä. als reine Verkehrsflächen (ausgenommen Verkehrsflächen in Schulen, Kindertageseinrichtungen, Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen)
B2	Räume zum kurzfristigen Verweilen	$A/V^c \geq 0,15$	Eingangshallen, Flure, Treppenhäuser u. Ä. Verkehrsflächen mit Aufenthaltsqualität (Empfangsbereich mit Wartezonen etc.), Ausstellungsräume, Schalterhallen, Umkleiden in Sporthallen
		$A/V^d \geq [4,80 + 4,69 \lg(h/1 \text{ m})]^{-1}$	

Nutzungsart	Beschreibung	A/V – Verhältnis in m ² /m ³	Beispiele
B3	Räume zum längerfristigen Verweilen	$A/V^c \geq 0,20$	Ausstellungsräume mit Interaktivität oder erhöhtem Geräuschaufkommen (Multimedia, Klang-/Videokunst etc.), Verkehrsflächen in Schulen und Kindertageseinrichtungen (Kindergarten, Kindergruppe, Hort etc.), Ruheräume, Speiseräume, Kantinen, Bibliotheken
		$A/V^d \geq [3,13 + 4,69 \lg (h/1 \text{ m})]^{-1}$	
B4	Räume mit Bedarf an Lärminderung und Raumkomfort	$A/V^c \geq 0,25$	Rezeption/Schalterbereich mit ständigem Arbeitsplatz, Ausleihbereiche von Bibliotheken, Ausgabebereiche in Kantinen, Bürgerbüro, Büroräume ^{a,b}
		$A/V^d \geq [2,13 + 4,69 \lg (h/1 \text{ m})]^{-1}$	
B5	Räume mit besonderem Bedarf an Lärminderung und Raumkomfort	$A/V^c \geq 0,30$	Speiseräume und Kantinen in Schulen, Kindertageseinrichtungen (Kindergarten, Kindergruppe, Hort etc.), Arbeitsräume mit besonders hohem Geräuschaufkommen (z. B. Werkstätten, Werkräume, Großküchen, Spülküchen), Callcenter ^a , Leitstellen, Sicherheitszentralen, Bewegungsräume in Kindertageseinrichtungen, Spielfläure und Umkleiden in Schulen und Kindertageseinrichtungen (Kindergarten, Kindergruppe, Hort etc.)
		$A/V^d \geq [1,47 + 4,69 \lg (h/1 \text{ m})]^{-1}$	
a	Empfehlungen für Büroräume sowie Callcenter werden ausführlich in der Richtlinie VDI 2569 behandelt.		
b	Einzelbüros können unter Nutzungsart B3 eingeordnet werden.		
c	bei Raumhöhe $h \leq 2,5 \text{ m}$		
d	bei Raumhöhe $h > 2,5 \text{ m}$		

3.3 Schallschutz und akustische Gestaltung in Büros – die VDI 2569

Die VDI 2569 „Schallschutz und akustische Gestaltung in Büros“ fokussiert sich auf die Verminderung des störenden Sprachschalls durch Mitarbeiter im eigenen Arbeitsbereich. Es werden für Einzel- und Mehrpersonenbüros aus bau- und raumakustischer Sicht Empfehlungen zur Verbesserung der akustischen Situation gegeben. (VDI 2569)

Erstmals ist die Richtlinie im Jahr 1990 erschienen und wurde mit dem Entwurf zur Neufassung 2016 überarbeitet, um schließlich 2019 neu veröffentlicht zu werden. Im Rahmen der Neufassung fand eine grundlegende Überarbeitung der VDI 2569 statt. „Beim Schallschutz [wurden] die maßgeblichen Kenngrößen [...] auf nachhallbezogene Kennwerte umgestellt.“ (Nocke & Victora, 2019)

Im Vergleich zur DIN 18041 gibt die Richtlinie neben den Orientierungswerten der Nachhallzeit zusätzliche Planungshinweise zur Verbesserung der Sprachverständlichkeit und der Senkung von Hintergrund- und Störgeräuschen.

Nach der VDI 2569 werden jeweils für die bau- und raumakustischen Planungshinweise drei Schallschutz- bzw. Raumakustikklassen definiert: Klasse A, B und C. Dabei ist Klasse A die Klasse mit den höchsten Anforderungen und Klasse C jene mit den geringsten. Die Bauakustik unterteilt die Raumgruppen in Einzel- und Mehrpersonenbüros sowie Büros mit einer Vertraulichkeitsanforderung, während die Raumakustik nur zwischen Einzel- und Mehrpersonenbüros unterscheidet.

In der Richtlinie werden die Klassen für die Bauakustik mittels des Geräuschempfindens des Nutzers gegenüber Sprache aus benachbarten Räumen differenziert. Die Klassen der Raumakustik werden einerseits über das Sprachverständlichkeitsempfinden der Nutzer und andererseits über den Umfang der Maßnahmen definiert.

Tabelle 11: Beschreibung der Klassen A, B und C nach VDI 2569 für die Bau- und Raumakustik in Büroräumen (VDI 2569)

Klasse	Anforderungen	Bauakustik – Sprache aus benachbarten Räumen		Raumakustik – Beschreibung	
		Einzelbüro / Mehrpersonenbüro	vertrauliches Büro	Einzelbüro	Mehrpersonenbüro
A	hoch	normale Sprache im Allgemeinen nicht verstehbar	angehobene Sprache im Allgemeinen nicht verstehbar	hohe akustische Behaglichkeit, sehr gute Sprachver-	sehr umfangreiche und hoch wirksame raumakusti-

Klasse	Anforderungen	Bauakustik – Sprache aus benachbarten Räumen		Raumakustik – Beschreibung	
		Einzelbüro / Mehrpersonen- büro	vertrauliches Büro	Einzelbüro	Mehrpersonen- büro
			bar	ständigkeit im Raum und beim Telefonieren	sche Maßnahmen, darüber hinausge- hende Verbesse- rungen bei offener Bürostruktur nicht möglich
B	mittel	normale Sprache teilweise versteh- bar	angehobene Spra- che im Allgemei- nen kaum ver- stehbar	ungenügende Sprachverständ- lichkeit beim Tele- fonieren oder unter Einwirkung eines erhöhten Störge- räuschs	umfangreiche und wirksame raum- akustische Maß- nahmen zur Raumbedämpfung und Schallausbrei- tungsminderung
C	gering	normale Sprache verstehbar		ungenügende Raumbedämpfung für Telefonate und Besprechungen, Beanstandung der Nutzer über unzu- reichende raum- akustische Bedin- gungen möglich	wirksame raum- akustische Maß- nahmen zur Raumbedämpfung und Schallausbrei- tungsminderung

3.3.1 Anforderungen an die Bauakustik

Die Empfehlungen der VDI 2569 an die Bauakustik beziehen sich auf Bauteile im eigenen Arbeitsbereich. Anforderungen an Bauteile gegenüber fremden Bereichen nach DIN 4109-1 bleiben unberührt. (VDI 2569)

Betrachtet werden der Luftschallschutz zwischen gleichartig genutzten Nachbarräumen, gegenüber Verkehrsflächen und gegenüber „lauten Räumen“. Außerdem findet eine Bewertung des Trittschalls statt.

Zur Bewertung der Schallschutzklassen wird die Berechnung der nachhallzeitbezogenen Größen Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ und bewerteter Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$

gefordert. Im Gegensatz dazu nutzt die DIN 4109-1 das bewertete Bau-Schalldämm-Maß R_w zur Bewertung der Luftschalldämmeigenschaften von Trennbauteilen. Die Standard-Schallpegeldifferenz ist „eine von der Geometrie der Räume unabhängige Größe und [gibt] aufgrund des tatsächlich gemessenen Schalldruckpegels im Empfangsraum auch [den] Höreindruck [wieder].“ (Neubauer, 2021)

Tabelle 12: Empfehlungen für die Standard-Schallpegeldifferenz allgemein und gegenüber Verkehrsflächen sowie für den bewerteten Standard-Trittschallpegel (VDI 2569)

	$D_{nT,w}$ in dB – Allgemein			$D_{nT,w}$ in dB – Verkehrsflächen			$L'_{nT,w}$ in dB		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Einzelbüro gering frequentierte Ver- kehrsfläche	42	37	32	37	32	27	55	60	65
Einzelbüro hoch frequentierte Ver- kehrsfläche				42	37	32			
Mehrpersonenbüro	37	32	27	37	32	27			
vertrauliches Büro	50	45		45	40				

3.3.2 Anforderungen an die Raumakustik

Die raumakustischen Anforderungen beziehen sich einerseits auf Einzelbüros und andererseits auf Mehrpersonenbüros im möblierten und damit bezugsfertigen, aber unbesetzten Zustand. Unter Einzelbüros sind Räume zu verstehen, welche ein maximales Raumvolumen von 100 m^3 besitzen. Bei den Mehrpersonenbüros wird eine weitere Unterteilung in kleine und große Räume vorgenommen. Als kleines Mehrpersonenbüro gilt der Raum, welcher einen Abstand zwischen den Arbeitsplätzen von kleiner acht Metern besitzt. Große Mehrpersonenbüros besitzen einen Arbeitsplatz-Abstand von größer gleich acht Metern.

Die wesentlichen Faktoren, um eine raumakustische Behaglichkeit der Nutzer in Einzelbüros zu schaffen, „sind die Raumbedämpfung und die bauseitigen Störgeräusche.“ (VDI 2569) Um diese Faktoren zu berücksichtigen, werden nach VDI 2569 für Einzelbüros die Nachhallzeit T und der Störschalldruckpegel von bauseitigen Geräuschen $L_{NA,Bau}$ betrachtet.

Für Mehrpersonenbüros ist die Anzahl und Anordnung der Arbeitsplätze ausschlaggebend für die akustische Behaglichkeit. Bei kleinen Mehrpersonenbüros werden wie bei Einzelbüros die Nachhallzeit T und der bauseitige Störschalldruckpegel $L_{NA,Bau}$ betrachtet. Auf der anderen Seite ist die alleinige Betrachtung dieser Größen für große Mehrpersonenbüros nicht sinnvoll, da „[z]um einen [...] aufgrund der Raumproportionen und der gegebenenfalls vorhandenen Abschirmungen in großen Mehrpersonenbüros kein diffuses Schallfeld [zur Messung oder Berechnung der Nachhallzeit] vorhanden [ist]“ (VDI 2569) und zum anderen durch die allgemeine Messung bzw. Berechnung der Nachhallzeit keine gezielten Schallabsorptionsmaßnahmen vorgenommen werden können. Aus diesem Grund werden in der Richtlinie für große Mehrpersonenbüros zusätzliche Größen angesetzt, der A-bewertete Schalldruckpegel der Sprache in einem Abstand von vier Metern $L_{p,A,S,4m}$ und die räumliche Abklingrate der Sprache $D_{2,S}$.

Tabelle 13: Anforderungen an die Nachhallzeit der Raumakustikklassen A, B und C für Einzelbüros, kleine und große Mehrpersonenbüros (VDI 2569)

Raumakustikklasse	Einzelbüros		kleine Mehrpersonenbüros		große Mehrpersonenbüros	
	T in s					
	125 Hz	250 Hz bis 4000 Hz	125 Hz	250 Hz bis 4000 Hz	125 Hz	250 Hz bis 4000 Hz
A	≤ 0,8	≤ 0,6	≤ 0,6	≤ 0,4	≤ 0,8	≤ 0,6
B	≤ 1,0	≤ 0,8	≤ 0,7	≤ 0,5	≤ 0,9	≤ 0,7
C	≤ 1,2	≤ 1,0	≤ 0,9	≤ 0,7	≤ 1,1	≤ 0,9

Tabelle 14: Zusätzliche Anforderungen an die Raumakustik der Raumakustikklassen A, B und C für Einzelbüros, kleine und große Mehrpersonenbüros (VDI 2569)

Raumakustikklasse	Einzelbüros		kleine Mehrpersonenbüros		große Mehrpersonenbüros	
	$L_{NA,Bau}$	$L_{NA,Bau}$	$L_{NA,Bau}$	$L_{p,A,S,4m}$	$D_{2,S}$	
	in dB		in dB		in dB	
A	≤ 30	≤ 35	≤ 35	≤ 47	> 8	
B	≤ 35	≤ 40	≤ 40	≤ 49	> 6	
C	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 51	> 4	

4 Akustik in den Zertifizierungssystemen

Nachdem die Grundlagen der Zertifizierungssysteme und DIN Normen bzw. VDI Richtlinien betrachtet wurden, sollen in diesem Kapitel die Anforderungen an die Akustik gegenübergestellt und verglichen werden. Dabei werden die Mindestanforderungen sowie erhöhte Anforderungen untersucht. Anschließend findet eine genauere Einordnung der Akustikkriterien aus den Zertifizierungssystemen statt, bei der die Einordnung in die Gesamtbewertung und die daraus resultierende prozentuale Gewichtung der Akustik sowie die Wirtschaftlichkeit der umzusetzenden Maßnahmen zur Punkterhöhung betrachtet werden.

4.1 Gegenüberstellung der Anforderungen von Zertifizierungssystemen und Normen/Richtlinien

Die Zertifizierungssysteme BNB und DGNB bewerten die Bau- und Raumakustik für Verwaltungs- und Bildungsbauten. Im Gegensatz dazu betrachtet das internationale Zertifizierungssystem LEED nur die Raumakustik für Bildungsbauten.

Die Anforderungen an die Raumakustik richten sich bei allen Zertifizierungssystemen nach der DIN 18041, für LEED wird neben der Verwendung der amerikanischen Normen die Orientierung an den jeweiligen nationalen Normen empfohlen. Das DGNB System fordert für zusätzliche Punkte ebenfalls die Einhaltung der Raumakustikklassen nach der VDI 2569.

Aus bauakustischer Sicht gelten grundsätzlich die Mindestanforderungen nach der DIN 4109 Teil 1. Zusätzliche Punkte können durch die Übererfüllung der Anforderungen bzw. durch das Einhalten der erhöhten Anforderungen nach DIN 4109 Teil 5 erlangt werden. Im DGNB Systemkatalog können, wie bei der Raumakustik, zusätzliche Punkte durch die Einhaltung der Raumakustikklassen nach der VDI Richtlinie 2569 beansprucht werden.

LEED

Mittels der Einhaltung der in Tabelle 15 aufgeführten Nachhallzeiten des Raumakustikkriteriums von LEED kann das Zertifikat vergeben werden. Im Vergleich zur DIN 18041 ist die Nachhallzeit nach LEED indirekt vom Raumvolumen abhängig, während die Nachhallzeit nach der DIN 18041 rechnerisch vom Volumen des zu betrachtenden Raumes abhängt. In Tabelle 15 ist informativ in Klammern das Raumvolumen aufgeführt, bei dem die Anforderungen nach DIN 18041 die geforderte Nachhallzeit nach LEED erreicht. Dabei wurde die Berechnungsformel nach der Raumgruppe A3 für Unterricht und Kommunikation verwendet (DIN 18041):

$$T_{\text{Soll,A3}} = \left(0,32 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 0,17\right) \text{ s} \quad (2)$$

$$30 \text{ m}^3 \leq V \leq 5.000 \text{ m}^3$$

Tabelle 15: Vergleich der Anforderungen an die Nachhallzeit von LEED und DIN 18041

	LEED	DIN 18041
Räume < 566 m³	T in s	
≤ 283 m ³	0,6	0,6 (V = 178 m ³)
> 283 m ³	0,7	0,7 (V = 366 m ³)
Räume ≥ 566 m³	T in s	
Grundschule	0,5	0,7 (V = 566 m ³)
Unterrichtsraum	0,7	
Hörsaal	0,7	

BNB

Anders als LEED vergeben die Zertifizierungssysteme BNB und DGNB Punkte auf die Einhaltung der Kriterien. Bei dem BNB System können in den Kriterien „Schallschutz“ und „Akustischer Komfort“ jeweils 100 Punkte erreicht werden. Diese werden im Kriterium „Akustischer Komfort“ vergeben, wenn alle Anforderungen und Empfehlungen an die Räume nach der DIN 18041 erreicht werden. Ist eine inklusive Nutzung gefordert, sollte für die Nutzungsart die volle Punktzahl angestrebt werden. Die Nutzungsarten der Raumgruppen A und B sowie Einzel- und Mehrpersonnbüros werden separat bewertet. Hier ist eine maximale Punktzahl von 100 Punkten pro Kategorie anrechenbar. Abschließend werden die Kategorien flächengewichtet addiert, um die Gesamtpunktzahl des Kriteriums zu ermitteln.

Da sich die Anforderungen an die Raumakustik an der DIN 18041 orientieren, finden ausgehend davon Abstufungen für das Erreichen einer geringeren Punktzahl statt. Für die Nutzungsarten der Raumgruppe A wird der Toleranzbereich zum Erreichen von 50 Punkten an der unteren Grenze um ca. 17 % verringert und an der oberen Grenze um ca. 31 % erhöht. Um die gleiche Punktzahl für die Nutzungstypen der Raumgruppe B zu erzielen, werden die Empfehlungen nach DIN 18041 um 40 % reduziert. Bei Einzelbüros unter 100 m³ gilt zum Erreichen von 80 Punkten eine Reduzierung der Anforderungen auf 75 %. Zum Erreichen von 50 Punkten werden die Anforderungen halbiert. Anforderungen an Büros über 100 m³, auch Mehrpersonnbüros, werden für 80 Punkte auf ca. 87,5 % und für 50 Punkte auf ca. 62,5 % reduziert.

Am Beispiel eines rechnerischen Nachweises einer neugebauten Schule in Nürnberg bedeutet das, dass die Anzahl der vorhandenen Räume pro Nutzungsart erfasst wird:

Tabelle 16: Rechenbeispiel Gesamtpunktzahl BNB an einer Schule in Nürnberg

Nutzungsart	Anzahl der Räume		erreichte Punktzahl
	absolut	relativ	
A2	3	0,02	100 Punkte
A3/A4	75	0,41	100 Punkte
A5	2	0,01	100 Punkte
Büro ≤ 100 m ³	16	0,09	80 Punkte
Büro > 100 m ³	2	0,01	100 Punkte
B2	22	0,12	100 Punkte
B3	29	0,16	100 Punkte
B4	0	0,00	-
B5	36	0,19	100 Punkte
Gesamtzahl	185	1,00	98 Punkte

Nach dem Nachweis konnten für fast alle Nutzungsarten 100 Punkte erreicht werden. Die Gesamtpunktzahl für das Kriterium wurde nun mittels der einzelnen Punkte aus den Kategorien und der relativen Raumverteilung berechnet. Insgesamt konnten der Nürnberger Schule mit den vorgeschlagenen Planungshinweisen des rechnerischen Nachweises 98 Punkte angerechnet werden.

Um im Kriterium „Schallschutz“ 100 Punkte beanspruchen zu können, werden die Punkte aus den Kategorien

1. „Luftschallschutz gegenüber Außenlärm“
2. „Luftschallschutz gegenüber Arbeitsräumen“
3. „Trittschallschutz gegenüber Arbeitsräumen“
4. „Schallschutz gegenüber gebäudetechnischen Anlagen“

addiert. In der ersten und vierten Kategorie können maximal 20 Punkte erreicht werden, während in der zweiten und dritten Kategorie 30 Punkte maximal anrechenbar sind. Eine maximale Punktzahl in Kategorie 1 und 4 kann erzielt werden, wenn die Mindestanforderungen nach der DIN 4109 eingehalten und um fünf Dezibel übererfüllt werden. Werden ausschließlich die Mindestanforderungen eingehalten, können zehn Punkte veranschlagt werden. Für das Einhalten der Höchstpunktzahl in Kategorie 2 und 3 werden die erhöhten Anforderungen nach DIN 4109 Teil 5 und deren Übererfüllung um drei Dezibel verlangt. Mit Ansetzen der Mindestanforderungen können nur 15 Punkte vergeben werden, das Erbringen

des Nachweises von erhöhten Anforderungen ohne Übererfüllung macht die Anrechnung von 25 Punkten möglich.

Am Beispiel des rechnerischen Nachweises der Nürnberger Schule würde dies also für die Einhaltung der Mindestanforderungen in allen Kategorien eine Gesamtpunktzahl in diesem Kriterium von 50 Punkten bedeuten.

DGNB

Nach DGNB können für das Akustikkriterium „Schallschutz und akustischer Komfort“ maximal 110 Punkte in den Nutzungsarten „Büro“ bzw. „Bildung“ angerechnet werden. Davon gehören zehn Punkte zum „AGENDA 2030“ Bonus.

Für den Schallschutz wird die Einhaltung der Mindestanforderungen nach DIN 4109-1 gefordert, wobei dafür keine Punkte veranschlagt werden können. Es werden erst Punkte für das Erreichen der Anforderungen nach VDI 2569 der Raumklassen A oder B bei einer Büronutzung vergeben. In diesem Fall ist zu beachten, dass für die VDI 2569 die Standard-Schallpegeldifferenz und nicht wie bei der DIN 4109 das Bau-Schalldämm-Maß nachgewiesen werden muss. Wurde die Standard-Schallpegeldifferenz im bauakustischen Nachweis nicht betrachtet, so können keine Punkte in diesem Indikator vergeben werden. Erhöhte Anforderungen für die Nutzungsart „Bildung“ sind nicht notwendig. Somit werden in der Bauakustik für die Nutzungsart „Büro“ mehr Punkte vergeben als für die Unterrichtsnutzung. Bei beiden Nutzungsarten werden bauakustische Messungen zur Bestätigung des Nachweises positiv bewertet.

In der Raumakustik wird das Erstellen und Fortführen eines planungsbegleitenden akustischen Konzepts bepunktet. Dabei ist zum Erhalten von Punkten ein Nachweis der Anforderungen nach der DIN 18041 für die Raumgruppen A und B, der Einhaltung der inklusiven Anforderungen nach der DIN 18041 sowie der Anforderungen nach VDI 2569 zu erbringen. Mit der Nutzungsart „Bildung“ werden in diesem Indikator mehr Punkte erreicht als mit der Büronutzung. Ein messtechnischer Nachweis wird nicht explizit gefordert, wirkt sich aber auf den „AGENDA 2030“ Bonus aus, welcher nur vergeben werden kann, wenn die Referenzwerte der Indikatoren eingehalten, umgesetzt und messtechnisch überprüft werden.

Würde man beispielsweise die Schule in Nürnberg nach DGNB zertifizieren, so könnten 90 Punkte im Kriterium „Schallschutz und akustischer Komfort“ erreicht werden.

Für die Schule liegt ein Bauakustiknachweis vor, welcher alle relevanten Bauteile nach den Mindestanforderungen der DIN 4109-1 berechnet. Die Berechnung der Bauteile wurde mittels einer Messung am Bau bestätigt. Da für die Nutzungsart „Bildung“ keine erhöhten Anforderungen notwendig sind, können im Indikator „Bauakustik“ 30 von 30 Punkten vergeben werden.

Es liegt ebenfalls ein planungsbegleitendes Raumakustikkonzept für die Nürnberger Schule vor. Bei diesem wird die Einhaltung der Anforderungen und Empfehlungen der DIN 18041 für die Raumgruppen A und B sowie die Einhaltung der Inklusion nachgewiesen. Eine Bewertung nach der VDI 2569 findet nicht statt. Demnach können hier 60 von 70 Punkten beantragt werden. Da zum Zeitpunkt der Messung nicht alle Räume vollständig möbliert waren, werden mit der Messung die Anforderungen der DIN 18041 nicht durchgängig eingehalten. Es ist davon auszugehen, dass die Anforderungen mit der Möblierung und Besetzung der Räume eingehalten werden. Jedoch kann aus diesem Grund der „AGENDA 2030“ Bonus nicht vergeben werden.

4.2 Bedeutung der Akustikkriterien in der Gesamtbewertung

In Kapitel 2 wurden bereits die prozentualen Anteile der Akustikkriterien zur Gesamtbewertung aufgeführt. Dabei konnte festgestellt werden, dass bei LEED zum Erhalten des Zertifikats das Kriterium „Umweltqualität im Innenbereich (Indoor Environmental Quality – EQ)“ eingehalten werden muss. Beim BNB Zertifizierungssystem nimmt der „Schallschutz“ eine größere Bedeutung ein als der „akustische Komfort“. Es ist festzuhalten, dass der „akustische Komfort“ in Bildungsbauten einen höheren Stellenwert einnimmt als bei Büro- und Verwaltungsbauten. Das akustische Kriterium „Schallschutz und akustischer Komfort“ im DGNB System wird in der Gesamtbewertung im Mittelfeld eingeordnet.

Tabelle 17: Bedeutung der Akustikkriterien in der System-Gesamtbewertung

LEED	Umweltqualität im Innenbereich (Indoor Environmental Quality – EQ)	
	Einhaltung erforderlich	
BNB	Schallschutz	Akustischer Komfort
	4,5 %	0,978 % / 1,667 %
DGNB	Schallschutz und akustischer Komfort	
	4,2 %	

Insgesamt spielt die Akustik mit 6,167 % bei Bildungsbauten und 5,478 % bei Büro- und Verwaltungsgebäuden eine größere Rolle als im DGNB Zertifizierungssystem. Hier geht die Akustik mit 4,2 % in die Gesamtbewertung ein. Wenn bei BNB der Schallschutz größeren Einfluss hat, so hat bei der DGNB die Raumakustik eine höhere Gewichtung. Im Kriterium selbst werden für die Raumakustik bei Bildungsbauten 70 Punkte und bei Büro- und Verwaltungsgebäuden 60 Punkte vergeben. Der Schallschutz veranschlagt im Bereich Bildung 30 Punkte und im Bürobereich 40 Punkte. Wie bei BNB wird die Raumakustik im Bildungsbereich höher bemessen als in der Büronutzung.

Allgemein gilt, dass die Anforderungen aus den Akustik-Normen teilweise baurechtlich eingeführt und somit auch einzuhalten sind. Dies geschieht unabhängig von den Zertifizierungssystemen. Dabei legen die allgemein anerkannten Regeln der Technik Grenzwerte für die Akustik fest, welche teilweise über die Mindestanforderungen der Normen hinausgehen. Schlussendlich ist jedoch der Schallschutz bzw. akustische Komfort zu erbringen, welcher vertraglich vereinbart wurde. Es ist abzuwägen, inwiefern zusätzliche Punkte durch erhöhte Anforderungen in den einzelnen Kriterien notwendig sind, da ihr Einfluss auf die Gesamtbeurteilung eher mittel bis gering ausfällt. Mit dem Erhöhen der Anforderungen steigen beispielsweise die Kosten, was sich damit negativ auf die Lebenszykluskosten auswirken kann. Die Lebenszykluskosten beanspruchen jedoch eine höhere Gewichtung in der Gesamtbewertung.

Generell ist zu empfehlen, die Anforderungen und Empfehlungen nach der DIN 4109-1 und DIN 18041 einzuhalten und am Bau messtechnisch zu überprüfen. In der DGNB bringt das Einhalten dieser Anforderungen mindestens 75 Punkte für Bildung und 60 Punkte für Büronutzung. Bei BNB erhält man mit Erfüllung und Einhaltung der Mindestanforderungen im Kriterium „Schallschutz“ die Hälfte der Maximalpunktzahl. Im Kriterium „akustischer Komfort“ können mit Einhalten der Anforderungen und Empfehlungen nach der DIN 18041 100 Punkte erreicht werden.

Es ist in den Zertifizierungssystemen also vor der Planung abzuwägen, in welchem Umfang der Schallschutz bzw. akustische Komfort integriert werden soll und welchen Kosten-Nutzen-Faktor sie mit sich bringen. Nach DIN 18041 sollen „die raumakustischen Belange bereits bei der Grundlagenermittlung, Vor- und Entwurfsplanung, Leistungsphasen 1 bis 3, einfließen, um früh in der architektonischen Gestaltung und in der Kostenschätzung Berücksichtigung zu finden.“ (DIN 18041) Vor allem die Wechselwirkung mit anderen Gewerken kann mit einer frühzeitigen Planung der Raumakustik abgestimmt werden. Eine nachträgliche Verbesserung der Bauakustik, zum Beispiel mit Vorsatzschalen, bzw. der Raumakustik, durch zusätzliche Absorber ist daher kostenintensiv. Den Aspekt der frühzeitigen Planung integriert das DGNB Zertifizierungssystem in dem Indikator 2.1 „Raumakustik Konzept – planungsbegleitend“. Im Hinweisblatt zum Kriterium 3.1.4 „Akustischer Komfort“ aus dem BNB Kriterienkatalog steht: „Eine frühzeitige raumakustische Planung ist Voraussetzung für optimale Hörbedingungen und eine unbeeinträchtigte sprachliche Kommunikation (Hörsamkeit des Raumes)“ (BNB BN2015).

Kosten können also durch eine frühzeitige Planung reduziert werden und mittels der Einhaltung der Mindestanforderungen kann in allen Fällen mindestens die Hälfte der Gesamtpunktzahl erreicht werden. Erhöhte Anforderungen sind vertraglich festzulegen und es ist einzuschätzen, inwiefern sie sich positiv oder negativ auf das gesamte Projekt mit Blick auf andere Kriterien auswirken.

5 Praktische Umsetzung der Zertifizierungssysteme

In diesem Kapitel soll anhand von vier Beispielen der Prozess zur Bewertung der akustischen Kriterien in Zertifizierungssystemen verdeutlicht werden. Dabei werden die Unterschiede zwischen der Bewertung der rechnerischen Nachweise und der messtechnischen Berichte analysiert und ausgewertet. Dabei entfällt eine Bewertung nach LEED für die Nutzungsart Büro.

Als Beispiele für die Nutzungsart Büro wurden der Neubau eines Leipziger und eines Berliner Bürokomplexes untersucht. Die beiden Beispiele für die Nutzungsart Bildung sind der Erweiterungsneubau eines Gymnasiums in Hannover und der Neubau einer Schule mit Hort in Nürnberg.

Die akustische Planung sowie die Messung der Schulen wurde durch die Planungsgesellschaft iproplan verwirklicht. Auch die Messungen für die Zertifizierung der Verwaltungsgebäude wurde durch die Firma iproplan durchgeführt. Lediglich die Planung der Bürogebäude fand durch ein weiteres Ingenieurbüro statt.

Die Anwendungsbeispiele für die Büro- und Verwaltungsgebäude sind auf der einen Seite Projekte, welche eine Zertifizierung nach DGNB anstreben. Auf der anderen Seite orientieren sich die Bildungsprojekte an den Forderungen der funktionalen Leistungsbeschreibung, welche mit dem Bauherren vertraglich vereinbart wurden.

5.1 Auswertung von Bürogebäuden

Bürokomplex Berlin – BNB

Das Büro- und Verwaltungsgebäude in Berlin erfüllt nach Schallschutznachweis die Mindestanforderungen aus der DIN 4109-1 für den Luftschallschutz gegenüber Außenlärm, gegenüber Arbeitsräumen, den Trittschallschutz gegenüber Arbeitsräumen sowie den Schallschutz gegenüber gebäudetechnischen Anlagen (siehe Tabelle 18). In dem Kriterium „Schallschutz“ können also 50 von 100 Punkten veranschlagt werden.

Tabelle 18: Auswertung Nachweis Büro Berlin - BNB Kriterium „Schallschutz“

1. Luftschallschutz gegenüber Außenlärm	nicht erfüllt	erfüllt		erfüllt + 5 dB
	0 Punkte	10 Punkte		20 Punkte
2. Luftschallschutz gegenüber Arbeitsräumen	nicht erfüllt	normal	erhöht	erhöht + 3 dB
	0 Punkte	15 Punkte	25 Punkte	30 Punkte
3. Trittschallschutz gegenüber Arbeitsräumen	nicht erfüllt	normal	erhöht	erhöht + 3 dB
	0 Punkte	15 Punkte	25 Punkte	30 Punkte
4. Schallschutz gegenüber gebäudetechnischen Anlagen	nicht erfüllt	erfüllt		erfüllt + 5 dB
	0 Punkte	10 Punkte		20 Punkte
Gesamtpunktzahl	50 Punkte			

Im Vergleich dazu ergeben sich aus den Werten der bauakustischen Messung 45 von 100 Punkten. Dabei wurden nur Luft- und Trittschall zwischen Arbeitsräumen gemessen. Eine Untersuchung des Außenlärms bzw. des Schallschutzes gegenüber gebäudetechnischen Anlagen fand nicht statt. Die Messung des Trittschalls ergab Werte, welche die erhöhten Anforderungen um drei Dezibel übererfüllten (siehe Tabelle 19).

Tabelle 19: Auswertung Messung Büro Berlin - BNB Kriterium „Schallschutz“

1. Luftschallschutz gegenüber Außenlärm	nicht erfüllt	erfüllt		erfüllt + 5 dB
	0 Punkte	10 Punkte		20 Punkte
2. Luftschallschutz gegenüber Arbeitsräumen	nicht erfüllt	normal	erhöht	erhöht + 3 dB
	0 Punkte	15 Punkte	25 Punkte	30 Punkte
3. Trittschallschutz gegenüber Arbeitsräumen	nicht erfüllt	normal	erhöht	erhöht + 3 dB
	0 Punkte	15 Punkte	25 Punkte	30 Punkte
4. Schallschutz gegenüber gebäudetechnischen Anlagen	nicht erfüllt	erfüllt		erfüllt + 5 dB
	0 Punkte	10 Punkte		20 Punkte
Gesamtpunktzahl	45 Punkte			

Aus dem Raumakustiknachweis ergeben sich nach der Betrachtung der einzelnen Raumgruppen, A1 bis A5 und B1 bis B5, 83 Punkte. Die messtechnische Untersuchung hingegen ergab keine Punkte, da entweder die Anforderungen an die Räume nicht eingehalten wurden oder keine Messung zu den betreffenden Raumarten vorliegt. Die Bewertung findet hier flächengewichtet statt. Bei 140 zu betrachtenden Räumen ergibt sich folgende Aufteilung und Flächengewichtung:

Tabelle 20: Auswertung Nachweis/Messung Büro Berlin - BNB Kriterium „Akustischer Komfort“

Nutzungsart	Anzahl der Räume		erreichte Punktzahl	
	absolut	relativ	Nachweis	Messung
A2	0	0,00	-	-
A3	20	0,14	100 Punkte	0 Punkte
A5	0	0,00	-	-
Büro ≤ 100 m ³	79	0,56	80 Punkte	0 Punkte
Büro > 100 m ³	29	0,21	80 Punkte	0 Punkte
B2	10	0,07	100 Punkte	keine Messung
B3	1	0,01	kein Nachweis	keine Messung
B4	0	0,00	-	-
B5	1	0,01	kein Nachweis	keine Messung
Gesamtzahl	140	1,00	83 Punkte	0 Punkte

Die Auswertung der Ergebnisse ergibt, dass die im Raumakustikkonzept vorgeschlagenen Maßnahmen im Bürogebäude in Berlin noch nicht umgesetzt wurden.

Bei einer Zertifizierung nach BNB, würden im Kriterium „akustischer Komfort“ keine Punkte vergeben werden können. Im Kriterium „Schallschutz“ ist schlussendlich eine Anrechnung von 45 Punkten möglich. Da eine Messung durchgeführt wurde, gelten die Messwerte über den Rechenwerten für die Bewertung der Anforderungen des Kriteriums. Bei der Vorplanung des Zertifikats werden daher „Puffer“ geplant, damit im Falle von Abzügen die gewünschte Zertifikatsstufe erreicht werden kann.

Bürokomplex Berlin – DGNB

Nach dem Zertifizierungssystem DGNB erreicht der Bürokomplex 60 von 110 Punkten. Im Indikator 1 „Bauakustik“ werden keine zusätzlichen Punkte durch das Erfüllen der Anforderungen nach VDI 2569 erlangt. Durch Messungen am Bau werden jedoch 30 Punkte erzielt. Die anderen 30 Punkte wurden im Indikator 2 und 3 „Raumakustik“ erreicht. In dem Projekt besteht ein planungsbegleitendes Raumakustikkonzept und in diesem wurde die Einhaltung

der Raumgruppen A und B nachgewiesen. Da noch nicht alle Maßnahmen umgesetzt wurden, kann der „AGENDA 2030“ Bonus nicht vergeben werden.

Tabelle 21: Auswertung Nachweis/Messung Büro Berlin - DGNB Kriterium „Schallschutz und akustischer Komfort“

1. Bauakustik		
	Einhaltung DIN 4109-1	0 Punkte
1.1 Einhaltung erhöhter Schallschutz		
	Einhaltung VDI 2569, Klasse B oder A	10 Punkte
1.2 Bauakustikmessungen		
		30 Punkte
2.1 Raumakustik Konzept – planungsbegleitend		
		10 Punkte
3. Raumakustik - Einhaltung DIN 18041 und VDI 2569		
	Einhaltung RG A und B nach DIN 18041	20 Punkte
	→ Einhaltung Inklusion	10 Punkte
	Einhaltung VDI 2569	
	→ Klasse B	10 Punkte
	→ Klasse A	10 Punkte
4. AGENDA 2030 Bonus		
	eingehalten, umgesetzt und gemessen	10 Punkte
	Gesamtpunktzahl	60 Punkte

Im Vergleich zum BNB Zertifizierungssystem werden bei der DGNB vordergründig Punkte auf die Planung verteilt. Eine explizite Messung wird nicht gefordert. Im DGNB Kriterienkatalog heißt es: „Alternativ kann der Nachweis durch eine Messung [...] erfolgen.“ (DGNB Version Neubau 2023) Daraus ergibt sich ein Punktvorteil gegenüber dem BNB System, bei welchem der Nachweis durch Messung erbracht werden soll. Hier bietet der rechnerische Nachweis die Alternative.

Bürokomplex Leipzig – BNB

Das Verwaltungsgebäude in Leipzig erfüllt wie das Bürogebäude in Berlin die Mindestanforderungen aus der DIN 4109-1 für den Luftschallschutz gegenüber Außenlärm, gegenüber Arbeitsräumen, den Trittschallschutz gegenüber Arbeitsräumen sowie den Schallschutz gegenüber gebäudetechnischer Anlagen (siehe Tabelle 22). Es können im Kriterium „Schallschutz“ 50 von 100 Punkte angerechnet werden.

Tabelle 22: Auswertung Nachweis Büro Leipzig - BNB Kriterium „Schallschutz“

1. Luftschallschutz gegenüber Außenlärm	nicht erfüllt	erfüllt		erfüllt + 5 dB
	0 Punkte	10 Punkte		20 Punkte
2. Luftschallschutz gegenüber Arbeitsräumen	nicht erfüllt	normal	erhöht	erhöht + 3 dB
	0 Punkte	15 Punkte	25 Punkte	30 Punkte
3. Trittschallschutz gegenüber Arbeitsräumen	nicht erfüllt	normal	erhöht	erhöht + 3 dB
	0 Punkte	15 Punkte	25 Punkte	30 Punkte
4. Schallschutz gegenüber gebäudetechnischen Anlagen	nicht erfüllt	erfüllt		erfüllt + 5 dB
	0 Punkte	10 Punkte		20 Punkte
Gesamtpunktzahl	50 Punkte			

Aus der messtechnischen Untersuchung ergaben sich im Vergleich zum Nachweis 60 von 100 Punkten. Dabei wurden wie in Berlin der Luft- und Trittschall zwischen Arbeitsräumen gemessen. Anders als Berlin halten die Bauteile im Gebäude nicht nur beim Trittschall die erhöhten Anforderungen ein und übererfüllen diese zusätzlich um drei Dezibel, sondern auch beim Luftschall zwischen Arbeitsräumen (siehe Tabelle 23).

Tabelle 23: Auswertung Messung Büro Leipzig - BNB Kriterium „Schallschutz“

1. Luftschallschutz gegenüber Außenlärm	nicht erfüllt	erfüllt		erfüllt + 5 dB
	0 Punkte	10 Punkte		20 Punkte
2. Luftschallschutz gegenüber Arbeitsräumen	nicht erfüllt	normal	erhöht	erhöht + 3 dB
	0 Punkte	15 Punkte	25 Punkte	30 Punkte
3. Trittschallschutz gegenüber Arbeitsräumen	nicht erfüllt	normal	erhöht	erhöht + 3 dB
	0 Punkte	15 Punkte	25 Punkte	30 Punkte
4. Schallschutz gegenüber gebäudetechnischen Anlagen	nicht erfüllt	erfüllt		erfüllt + 5 dB
	0 Punkte	10 Punkte		20 Punkte
Gesamtpunktzahl	60 Punkte			

Im Raumakustiknachweis werden in den einzelnen Raumgruppen A und B nur 31 Punkte erzielt. Die messtechnische Untersuchung hingegen ergab lediglich fünf Punkte. Die Bewertung findet wieder flächengewichtet statt. Es sind 84 Räume zu betrachten, welche sich hauptsächlich aus Einzel- und Mehrpersonnbüros, Besprechungsräumen und Fluren zusammensetzen. Daraus ergibt sich folgende Aufteilung und Flächengewichtung:

Tabelle 24: Auswertung Nachweis/Messung Büro Berlin - BNB Kriterium „Akustischer Komfort“

Nutzungsart	Anzahl der Räume		erreichte Punktzahl	
	absolut	relativ	Nachweis	Messung
A2	0	0,00	-	-
A3	14	0,17	50 Punkte	0 Punkte
A5	0	0,00	-	-
Büro ≤ 100 m³	24	0,29	80 Punkte	0 Punkte
Büro > 100 m³	29	0,35	0 Punkte	0 Punkte
B2	9	0,11	kein Nachweis	50 Punkte
B3	7	0,08	kein Nachweis	keine Messung
B4	0	0,00	-	-
B5	1	0,01	kein Nachweis	keine Messung
Gesamtzahl	84	1,00	31 Punkte	5 Punkte

Aus dieser Untersuchung ergeben sich Defizite im rechnerischen Nachweis. Hierbei werden die Toleranzgrenzen in den tieffrequenten Bereichen zwischen 125 Hz und 250 Hz geringfügig überschritten. Im Nachweis wird ein Vorschlag für tieffrequente Absorber zur Optimierung der Nachhallzeit gebracht, jedoch nicht rechnerisch nachgewiesen. Außerdem wird angeführt, dass „[f]ür das primäre Ziel der Grundbedämpfung im Raum [...] die tiefen Frequenzen eine untergeordnete Rolle [spielen würden].“ (Türk & Landrock, 2020) Aus der Sicht des Fachplaners sind die Überschreitungen in diesem Bereich für die geplante Nutzungsart akzeptabel. Es entsteht eine Diskrepanz zwischen Erfahrungswerten und strengen Anforderungen aus den Systemen. Nach den Vorschriften des Systems sind die Toleranzbereiche und Normkurven einzuhalten. Es ist daher keine höhere Bewertung der Raumakustik möglich. Für den Unterschied zur Messung ist auf die Auswertung des Bürogebäudes in Berlin zu verweisen.

Die Zertifizierung des Büro- und Verwaltungsgebäudes in Leipzig kann abschließend 60 Punkte im Kriterium „Schallschutz“ und fünf Punkte im Kriterium „akustischer Komfort“ anrechnen.

Bürokomplex Leipzig – DGNB

Im Zertifizierungssystem DGNB erzielt das Bürogebäude in Leipzig 40 von 110 Punkten. Die Bepunktung ergibt sich analog zur Bewertung des Verwaltungsgebäudes in Berlin. Ausschließlich die Bewertung der Raumakustik weicht von dem Berliner Bürokomplex ab. Hier wird, wie bei der Betrachtung des Raumakustikkonzepts im BNB System angemerkt, der Toleranzbereich bzw. die Normkurven nicht vollständig eingehalten. In der Messung werden diese Faktoren ebenfalls nicht erfüllt.

Tabelle 25: Auswertung Nachweis/Messung Büro Leipzig - DGNB Kriterium „Schallschutz und akustischer Komfort“

1. Bauakustik		
	Einhaltung DIN 4109-1	0 Punkte
1.1 Einhaltung erhöhter Schallschutz		
	Einhaltung VDI 2569, Klasse B oder A	10 Punkte
1.2 Bauakustikmessungen		
		30 Punkte
2.1 Raumakustik Konzept – planungsbegleitend		
		10 Punkte
3. Raumakustik - Einhaltung DIN 18041 und VDI 2569		
	Einhaltung RG A und B nach DIN 18041	20 Punkte
	→ Einhaltung Inklusion	10 Punkte
	Einhaltung VDI 2569	10 Punkte
	→ Klasse B	10 Punkte
	→ Klasse A	10 Punkte
4. AGENDA 2030 Bonus		
	eingehalten, umgesetzt und gemessen	10 Punkte
	Gesamtpunktzahl	40 Punkte

Es wird deutlich, dass eine genaue Berechnung und Einhaltung der Anforderungen innerhalb der raumakustischen Konzepte zum „Sammeln“ von Punkten sinnvoll ist. Im Vergleich zum Berliner Büro konnte hier gerade mal die Hälfte der Punkte für das Kriterium „Schallschutz und akustischer Komfort“ erreicht werden, was mit Einhaltung der Mindestanforderungen gewährleistet wäre.

5.2 Auswertung von Bildungsbauten

Schule Nürnberg – LEED

Die Anforderungen an die Nachhallzeit nach LEED werden sowohl im rechnerischen Nachweis als auch in der Messung eingehalten. Zwischen den Anforderungswerten und den ermittelten Werten aus Berechnung bzw. Messung liegen ca. 0,1 s Unterschied in der Nachhallzeit.

Schule Nürnberg – BNB

Das Schulgebäude in Nürnberg erfüllt die Mindestanforderungen aus der DIN 4109-1 für die vier „Schallschutz“ Kategorien (siehe Tabelle 26). In diesem Kriterium können 50 von 100 Punkte beantragt werden.

Tabelle 26: Auswertung Nachweis Schule Nürnberg - BNB Kriterium „Schallschutz“

1. Luftschallschutz gegenüber Außenlärm	nicht erfüllt	erfüllt		erfüllt + 5 dB
	0 Punkte	10 Punkte		20 Punkte
2. Luftschallschutz gegenüber Arbeitsräumen	nicht erfüllt	normal	erhöht	erhöht + 3 dB
	0 Punkte	15 Punkte	25 Punkte	30 Punkte
3. Trittschallschutz gegenüber Arbeitsräumen	nicht erfüllt	normal	erhöht	erhöht + 3 dB
	0 Punkte	15 Punkte	25 Punkte	30 Punkte
4. Schallschutz gegenüber gebäudetechnischen Anlagen	nicht erfüllt	erfüllt		erfüllt + 5 dB
	0 Punkte	10 Punkte		20 Punkte
Gesamtpunktzahl	50 Punkte			

Im Vergleich dazu ergeben sich aus der bauakustischen Messung 30 von 100 Punkten. Gemessen wurden der Luft- und Trittschall zwischen Arbeitsräumen. Eine Untersuchung des Außenlärms bzw. des Schallschutzes gegenüber gebäudetechnischen Anlagen fand wie bei den vorangegangenen Projekten nicht statt. Durch die Messung konnte die Einhaltung der Mindestanforderungen bestätigt werden (siehe Tabelle 27).

Tabelle 27: Auswertung Messung Schule Nürnberg - BNB Kriterium „Schallschutz“

1. Luftschallschutz gegenüber Außenlärm	nicht erfüllt	erfüllt		erfüllt + 5 dB
	0 Punkte	10 Punkte		20 Punkte
2. Luftschallschutz gegenüber Arbeitsräumen	nicht erfüllt	normal	erhöht	erhöht + 3 dB
	0 Punkte	15 Punkte	25 Punkte	30 Punkte
3. Trittschallschutz gegenüber Arbeitsräumen	nicht erfüllt	normal	erhöht	erhöht + 3 dB
	0 Punkte	15 Punkte	25 Punkte	30 Punkte
4. Schallschutz gegenüber gebäudetechnischen Anlagen	nicht erfüllt	erfüllt		erfüllt + 5 dB
	0 Punkte	10 Punkte		20 Punkte
Gesamtpunktzahl	30 Punkte			

Mit den Planungsvorschlägen aus dem raumakustischen Konzept ergeben sich 98 Punkte. Durch die messtechnische Untersuchung konnten 25 Punkte erreicht werden. Die Unterrichtsräume der Nürnberger Schule werden nach der Raumgruppe A4 „Unterricht/Kommunikation inklusiv“ bewertet. Für den Neubau ist demnach eine inklusive Nutzung vereinbart worden.

Aus der flächengewichteten Bewertung entsteht folgende Aufteilung der 185 zu betrachtenden Räume:

Tabelle 28: Auswertung Nachweis/Messung Schule Nürnberg - BNB Kriterium „Akustischer Komfort“

Nutzungsart	Anzahl der Räume		erreichte Punktzahl	
	absolut	relativ	Nachweis	Messung
A2	3	0,02	100 Punkte	50 Punkte
A4	75	0,41	100 Punkte	0 Punkte
A5	2	0,01	100 Punkte	keine Messung
Büro ≤ 100 m³	16	0,09	80 Punkte	80 Punkte
Büro > 100 m³	2	0,01	100 Punkte	keine Messung
B2	22	0,12	100 Punkte	keine Messung
B3	29	0,16	100 Punkte	50 Punkte
B4	0	0,00	-	-
B5	36	0,19	100 Punkte	50 Punkte
Gesamtzahl	185	1,00	98 Punkte	25 Punkte

Teilweise waren die Räume zum Zeitpunkt der Messung nicht vollständig möbliert. Aus diesem Grund werden die Anforderungen an die Nachhallzeit geringfügig überschritten. Nach Angaben des Verfassers des Messberichtes werden die Anforderungen mit einer vollständi-

gen Möblierung und Besetzung eingehalten. Aus diesem Grund halten fast alle Unterrichtsräume die inklusiven Anforderungen nicht ein.

Für die Zertifizierung nach BNB würde sich eine weitere Messung im vollständig möblierten Zustand empfehlen. Momentan erreicht der Schulneubau in Nürnberg 30 Punkte im Kriterium „Schallschutz“ und 25 Punkte im Kriterium „akustischer Komfort“.

Schule Nürnberg – DGNB

Nach dem Zertifizierungssystem DGNB erreicht der Schulneubau in Nürnberg 90 von 110 Punkten. Die Nutzungsart „Bildung“ stellt keine Anforderungen an den erhöhten Schallschutz. Somit werden im Indikator „Bauakustik“ die 30 Punkte zur Durchführung der bauakustischen Messung gültig. Im Indikator 2 und 3 „Raumakustik“ können durch das planungsbegleitende Konzept, dem Einhalten der Anforderungen nach DIN 18041 und dem Festlegen der inklusiven Nutzung insgesamt 60 Punkte angerechnet werden.

Tabelle 29: Auswertung Nachweis/Messung Schule Nürnberg - DGNB Kriterium „Schallschutz und akustischer Komfort“

1. Bauakustik		
	Einhaltung DIN 4109-1	0 Punkte
1.2 Bauakustikmessungen		
		30 Punkte
2.1 Raumakustik Konzept – planungsbegleitend		
		10 Punkte
3. Raumakustik - Einhaltung DIN 18041 und VDI 2569		
	Einhaltung RG A und B nach DIN 18041	35 Punkte
	→ Einhaltung Inklusion	15 Punkte
	Einhaltung VDI 2569	
	→ Klasse B	5 Punkte
	→ Klasse A	5 Punkte
4. AGENDA 2030 Bonus		
	eingehalten, umgesetzt und gemessen	10 Punkte
Gesamtpunktzahl		90 Punkte

Wie auch bei den Bürogebäuden bietet das DGNB Zertifizierungssystem einen Punktvorteil durch das vordergründige Bewerten der rechnerischen Nachweise.

Schule Hannover – LEED

Auch die Räume des Erweiterungsneubaus der Schule in Hannover halten die Anforderungen an die Nachhallzeit nach LEED ein. Anders als in Nürnberg werden bei diesem Projekt die Nachhallzeiten nur knapp eingehalten. Es gibt eine minimale Abweichung von 0,01 s bei dem Nachweis und eine maximale von 0,04 s bei der Messung.

Schule Hannover – BNB

Der Erweiterungsneubau der Schule in Hannover erfüllt wie der Schulneubau in Nürnberg die Mindestanforderungen aus der DIN 4109-1 für die vier Kategorien des Kriteriums „Schallschutz“ (siehe Tabelle 30). Es können im Kriterium 50 von 100 Punkte angerechnet werden.

Tabelle 30: Auswertung Nachweis Schule Hannover - BNB Kriterium „Schallschutz“

1. Luftschallschutz gegenüber Außenlärm	nicht erfüllt	erfüllt		erfüllt + 5 dB
	0 Punkte	10 Punkte		20 Punkte
2. Luftschallschutz gegenüber Arbeitsräumen	nicht erfüllt	normal	erhöht	erhöht + 3 dB
	0 Punkte	15 Punkte	25 Punkte	30 Punkte
3. Trittschallschutz gegenüber Arbeitsräumen	nicht erfüllt	normal	erhöht	erhöht + 3 dB
	0 Punkte	15 Punkte	25 Punkte	30 Punkte
4. Schallschutz gegenüber gebäudetechnischen Anlagen	nicht erfüllt	erfüllt		erfüllt + 5 dB
	0 Punkte	10 Punkte		20 Punkte
Gesamtpunktzahl	50 Punkte			

Aus der messtechnischen Untersuchung ergeben sich analog zu Nürnberg 30 von 100 Punkten. Wie in den anderen Projekten wurde nur der Luft- und Trittschall zwischen Arbeitsbereichen gemessen. (siehe Tabelle 31)

).

Tabelle 31: Auswertung Messung Schule Hannover - BNB Kriterium „Schallschutz“

1. Luftschallschutz gegenüber Außenlärm	nicht erfüllt	erfüllt		erfüllt + 5 dB
	0 Punkte	10 Punkte		20 Punkte
2. Luftschallschutz gegenüber Arbeitsräumen	nicht erfüllt	normal	erhöht	erhöht + 3 dB
	0 Punkte	15 Punkte	25 Punkte	30 Punkte
3. Trittschallschutz gegenüber Arbeitsräumen	nicht erfüllt	normal	erhöht	erhöht + 3 dB
	0 Punkte	15 Punkte	25 Punkte	30 Punkte
4. Schallschutz gegenüber gebäudetechnischen Anlagen	nicht erfüllt	erfüllt		erfüllt + 5 dB
	0 Punkte	10 Punkte		20 Punkte
Gesamtpunktzahl	30 Punkte			

Im Raumakustiknachweis werden in den einzelnen Raumgruppen A und B etwa die Hälfte, 62 Punkte, der zu erreichenden Gesamtpunktzahl erzielt. Die messtechnische Untersuchung hingegen ergibt 23 Punkte. Es findet eine flächengewichtete Bewertung der 68 Räume statt, welche hauptsächlich aus Unterrichtsräumen sowie Verkehrsflächen in Schulen bestehen. Eine inklusive Nutzung ist für ausgewählte Räume vorgesehen.

Tabelle 32: Auswertung Nachweis/Messung Schule Hannover - BNB Kriterium „Akustischer Komfort“

Nutzungsart	Anzahl der Räume		erreichte Punktzahl	
	absolut	relativ	Nachweis	Messung
A2	3	0,04	100 Punkte	keine Messung
A3/A4	31	0,46	50 Punkte	50 Punkte
A5	0	0,00	-	-
Büro ≤ 100 m³	3	0,04	80 Punkte	keine Messung
Büro > 100 m³	1	0,01	100 Punkte	keine Messung
B2	10	0,15	kein Nachweis	keine Messung
B3	16	0,24	100 Punkte	keine Messung
B4	0	0,00	-	-
B5	4	0,06	100 Punkte	keine Messung
Gesamtzahl	84	1,00	62 Punkte	23 Punkte

Die Anforderungen an die Klassenräume nach A3 werden knapp nicht eingehalten. Inklusiv genutzte Räume würden 100 Punkte erreichen, in der Kategorie A3/A4 wird jedoch die schlechteste Situation betrachtet.

Für die Zertifizierung der Schulerweiterung in Hannover können abschließend 30 Punkte im Kriterium „Schallschutz“ und 23 Punkte im Kriterium „akustischer Komfort“ erzielt werden.

Schule Hannover – DGNB

Im Zertifizierungssystem DGNB erzielt der Erweiterungsneubau in Hannover 90 von 100 Punkten. Die Bepunktung ergibt sich analog zur Bewertung des Schulgebäudes in Nürnberg. Eine Einarbeitung von inklusiv genutzten Gebäuden wird positiv bewertet. Zusätzliche Anforderungen an die Raumakustik nach VDI 2569 werden nicht erbracht.

Tabelle 33: Auswertung Nachweis/Messung Schule Hannover - DGNB Kriterium „Schallschutz und akustischer Komfort“

1. Bauakustik		
	Einhaltung DIN 4109-1	0 Punkte
1.2 Bauakustikmessungen		
		30 Punkte
2.1 Raumakustik Konzept – planungsbegleitend		
		10 Punkte
3. Raumakustik - Einhaltung DIN 18041 und VDI 2569		
	Einhaltung RG A und B nach DIN 18041	35 Punkte
	→ Einhaltung Inklusion	15 Punkte
	Einhaltung VDI 2569	
	→ Klasse B	5 Punkte
	→ Klasse A	5 Punkte
4. AGENDA 2030 Bonus		
	eingehalten, umgesetzt und gemessen	10 Punkte
Gesamtpunktzahl		90 Punkte

5.3 Zusammenfassung der Erkenntnisse

Aus den praktischen Beispielen lässt sich zur Bepunktung in den Zertifizierungssystemen grundsätzlich sagen, dass mit dem Einhalten der Mindestanforderungen die Hälfte der Gesamtpunktzahl erreicht werden kann. Punktabzüge durch das Erbringen der Messberichte entstehen oft durch eine Nichtumsetzung der geplanten Maßnahmen, das Messen in nicht vollständig eingerichteten Räumen oder eine unvollständige Messung in Bezug auf die unterschiedlichen Raumarten. Daher ist auf eine korrekte und vollständige Ausführung der Messungen zu achten, um ein Punktdefizit zu vermeiden.

Die Mindestanforderungen sollten in allen Fällen eingehalten werden, da diese baurechtlich verpflichtend sind. Darüberhinausgehende Anforderungen sind vertraglich festzusetzen. In den Systemen können jedoch die maximalen Punktzahlen nur mit diesen zusätzlichen Anforderungen erreicht werden. Daher ist abzuschätzen, wie wirtschaftlich eine solche Umsetzung ist. Unter den zusätzlichen Anforderungen befinden sich ebenfalls die Werte nach den VDI Richtlinien. Da sich diese Angaben jedoch anhand der Berechnungsgröße unterscheiden und sich die meisten rechnerischen Nachweise an den DIN Normen orientieren, gehen an dieser Stelle Punkte verloren. Es müssten speziell auf die Zertifizierungssysteme angepasste rechnerische Untersuchungen angestellt werden.

Allgemein lässt sich ebenfalls feststellen, dass eine Bewertung nach DGNB im Bereich der Raumakustik vulnerabler für eine fehlerhafte Umsetzung der geplanten Maßnahmen am Bau ist, da hier vordergründig rechnerische Nachweise gefordert werden. Eine messtechnische Nachkontrolle der raumakustischen Maßnahmen wird im DGNB System mit „nur“ zehn Punkten bewertet, wobei diese Punkte aus dem „AGENDA 2030“ Bonus gezogen werden. Es können also ohne messtechnischen Nachweis der raumakustischen Situation 100 Punkte vergeben werden. Im BNB System liegt der Fokus auf den Messungen, weshalb eine Umsetzung der geplanten Maßnahmen angestrebt werden sollte.

Dieser Unterschied zwischen den Systemen wird vor allem bei den beiden „Bildungsbauten“ sichtbar. Dort wird im DGNB System eine sehr hohe Punktzahl erreicht, während im BNB System eher geringe Punktzahlen erzielt werden.

6 Fazit und Ausblick

Nachhaltiges Bauen ist und bleibt ein großer Bestandteil der heutigen Gesellschaft. Der Schutz der menschlichen Gesundheit und damit einhergehend der Schutz vor Lärm ist ein immer steigendes Bedürfnis. Mit den Zertifizierungssystemen wird den Bauherren und Planern ein Handlungsfaden zum nachhaltigen Bauen gegeben. Dabei ist das Einhalten der Mindestanforderungen in den meisten Fällen nicht ausreichend, um die volle Punktzahl in den Kriterien für Schallschutz und akustischen Komfort zu erreichen. Die erhöhten Anforderungen orientieren sich an den Vorgaben aus Normen und Richtlinien, sind aber baurechtlich nicht gefordert und werden nur bindend, wenn sie vertraglich vereinbart wurden.

Es ist nicht von der Hand zu weisen, dass die erhöhten Anforderungen der Kriterien zu einem höheren Standard und damit einer besseren Gebäudequalität führen. Jedoch hat die Untersuchung der Praxisbeispiele gezeigt, dass selbst die Umsetzung der Mindestanforderungen, vor allem der raumakustischen Maßnahmen, nicht vollständig durchgeführt wird. Dabei ist aber auch zu erwähnen, dass für eine nähere Untersuchung die Messbedingungen verbessert werden sollten, d. h. vor der Messung sollte die Möblierung der Endnutzung vorhanden sein bzw. sollte darauf geachtet werden, alle Raumarten in die Messung zu integrieren.

Bei den bauakustischen Messungen fehlte der Nachweis der Außenbauteile und der gebäudetechnischen Anlagen. Hier ist jedoch festzustellen, dass ein erhöhter Schallschutz von Bauteilen zwischen Arbeitsbereichen eingehalten werden kann, ohne dass er in der Planung vorgesehen war. Dies ist auf die anerkannten Regeln der Technik zurückzuführen, welche sich an den erhöhten Anforderungen nach DIN 4109 Teil 5 orientieren.

Ein Anstreben der erhöhten Anforderungen im Bereich des Schallschutzes, zumindest für Innentrennbauteile, ist durchaus realistisch und wird als anerkannte Regel der Technik betrachtet.

Bei den erhöhten bzw. erweiterten Anforderungen an die Raumakustik hingegen ist abzuwägen, inwiefern die Erhöhung der Absorptionsfläche den Kosten-Nutzen-Faktor bedient. Planerisch ist einzuschätzen, ob die Anforderungen aus der DIN 18041 für eine gute Raumakustik ausreichend sind oder ob die Angaben aus der VDI 2569 notwendig werden. Hier bedarf es einer individuellen Einschätzung.

Ebenfalls ist in Betracht zu ziehen, dass eine Erhöhung der Kosten einen negativen Einfluss auf andere Kriterien in den Zertifizierungssystemen haben kann, namentlich die Lebenszykluskosten.

Da die akustischen Kriterien in der Gesamtbewertung nur eine geringe bis mittlere Bedeutung einnehmen, ist ein Mittelweg zwischen dem vollständigen Umsetzen der Anforderungen

aus den Steckbriefen und den damit einhergehenden negativen Auswirkungen auf andere Kriterien zu finden.

Fortführend wäre eine Untersuchung der tatsächlichen Wechselwirkung zwischen den einzelnen nachhaltigen Kriterien aufschlussreich, um genau bestimmen zu können, inwiefern das Erreichen der vollen Punktzahl in den Bau- und Raumakustikkriterien sinnvoll wäre. Daran anknüpfend könnte eine Erhebung der entstehenden Kosten zur Planung und Umsetzung der Akustikmaßnahmen anhand mehrerer Praxisbeispiele eine Möglichkeit bieten, den Aspekt des Kosten-Nutzen-Faktors weiter zu analysieren.

Abschließend ist zu sagen, dass der Schutz vor Lärm für die Nutzer von Gebäuden an Bedeutung zunimmt. Innerhalb der Immobilienbranche wird der Akustik jedoch im Vergleich zu anderen Baumaßnahmen und Kriterien eine eher geringere Bedeutung zugemessen.

Literaturverzeichnis

Baradiy, S., Dietze, G., Liegl, R. & Henrich, M. (2021). *PlanungsPraxis Schallschutz in Wohngebäuden. Planung und Auslegung nach DIN 4109 und VDI 4100* (PlanungsPraxis, 4. Auflage). Merching: Forum Verlag Herkert. Verfügbar unter: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=6852735>

BNB, BN2015 (2015). *Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen*.

BNB, UN2017 (2017). *Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen*.

Beiblatt, 2 (November 1989). *Schallschutz im Hochbau*.

DIN, 18041 (März 2016). *Hörsamkeit in Räumen*.

DIN, 4109-1 (Januar 2018). *Schallschutz im Hochbau*.

DIN, 4109-2 (Januar 2018). *Schallschutz im Hochbau*.

DIN, 4109-5 (August 2020). *Schallschutz im Hochbau*.

DGNB, Version Neubau 2018 (01.01.2018). *Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen*.

DGNB, Version Neubau 2023 (01.07.2023). *Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen*.

DGNB GmbH (Hrsg.). (2024). *Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen. Startseite*. Verfügbar unter: <https://www.dgnb.de/de>

Dorn-Pfahler, S., Stritter, J. & sol·id·ar planungswerkstatt berlin. (2017, Januar). *Broschüre: "Nachhaltiges Bauen des Bundes. Grundlagen - Methoden - Werkzeuge"* (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), Hrsg.). Bonn: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR). Verfügbar unter: <https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/>

El-Aboodi, S. (2024). Normen und Standards. In S. El-Aboodi (Hrsg.), *Effektives Bau-Projektmanagement. Grundlagen, Methoden und Best Practices* (1st ed. 2024, S. 7–49). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint Springer Vieweg. https://doi.org/10.1007/978-3-658-43561-5_2

Friedrichsen, S. (2018). Nachhaltige Entwicklung im Baubereich. In S. Friedrichsen (Hrsg.), *Nachhaltiges Planen, Bauen und Wohnen. Kriterien für Neubau und Bauen im Bestand* (2. Auflage, S. 9–28). Berlin, Germany: Springer Vieweg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56553-7_2

Hirschner, J., Hahr, H. & Kleinschrot, K. (2018). Nachhaltigkeit von Immobilien – Zertifizierungssysteme. In J. Hirschner (Hrsg.), *Facility Management im Hochbau* (Leitfaden des Baubetriebs und der Bauwirtschaft, S. 105–124). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-21630-6_6

Liebl, A. & Kittel, M. (2016). *Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt. Lärm* (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Hrsg.). Dortmund/Berlin/Berlin. Verfügbar unter: https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2353-4a.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Liegl, R. & Gasteiger, B. (Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA e.V.), Hrsg.). (2018). *Schallschutz von Klassenraumtrennwänden*. DAGA 2018 - 44. Jahrestagung für Akustik. Verfügbar unter: https://pub.dega-akustik.de/DAGA_2018/data/articles/000402.pdf

Neubauer, R. O. (Januar 2021). Schalldämmung und Schallschutz. Vergleich von bewerteten Bau-Schalldämm-Maß R'_{w} und bewerteter Standard-Schallpegeldifferenz $D_{n,T,w}$. *Bauphysik* 43, Heft 1, S. 18–26. Verfügbar unter: https://ibn.de/wp-content/uploads/Bauphysi_43_Heft_1.pdf

Nocke, C. (Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf, Hrsg.). (2016). *Die neue DIN 18041 - Hörsamkeit in Räumen*. Lärmbekämpfung Bd. 11: Nr. 2. Verfügbar unter: https://akustikbuero-ol.de/images/akustikbuero-ol/pdf/Laermbekaempfung_02_2016_S.50-55.pdf

Nocke, C. & Victora, J. (2019). *VDI 2569:2019 Neue Klassifizierung für Büro-Raumakustik*. Lärmbekämpfung Bd. 14: Nr. 6. Verfügbar unter: https://akustikbuero-ol.de/images/akustikbuero-ol/pdf/L%C3%A4rmbek%C3%A4mpfung_06_2019_S.190-197.pdf

Pickford, R., Kraus, U., Frank, U., Breitner, S., Markevych, I. & Schneider, A. (2020). Kombinierte Effekte verschiedener Umweltfaktoren auf die Gesundheit: Luftschadstoffe, Temperatur, Grünflächen, Pollen und Lärm. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz* [Combined effects of different environmental factors on health: air pollution, temperature, green spaces, pollen, and noise], 63(8), 962–971. <https://doi.org/10.1007/s00103-020-03186-9>

Sälzer, E. (ita Ingeniergesellschaft mbH Beratende Ingenieure VBI, Hrsg.). (2007). *Die Praxis der Bauakustik im Wohnungsbau. Die neue DIN 4109 "Schallschutz im Hochbau" und der Wohnungsmarkt*. 5. Weimarer Bauphysikstage. Verfügbar unter: <https://www.ita.de/veroeffentlichungen.php?jahr=2007>

Türk, A. & Landrock, S. (2020). *Nachweis zur Raumakustik*. Graner Ingenieure.

LEED, Version 4.1 (25.07.2019). *Leadership in Energy and Environmental Design*.

U.S. Green Building Council. (2024). *LEED rating system*. Verfügbar unter: <https://www.usgbc.org/leed>

VDI. (2024). *VDI-Richtlinien*, Verein Deutscher Ingenieure e.V. Verfügbar unter: <https://www.vdi.de/richtlinien>

VDI, 2569 (Oktober 2019). *Schallschutz und akustische Gestaltung in Büros*.

Anlagen

LEED Übersichten

LEED - Messung Schule Hannover			
	in s		
Nachhallzeit Räume < 566 m²	≤ 283 m ²	0,6	erfüllt
	> 283 m ²	0,7	
Nachhallzeit Räume > 566 m²	Grundschule	0,5	erfüllt
	Unterrichtsraum	0,7	erfüllt
	Hörsaal	0,7	erfüllt

LEED - Nachweis Schule Hannover			
	in s		
Nachhallzeit Räume < 566 m²	≤ 283 m ²	0,6	erfüllt
	> 283 m ²	0,7	
Nachhallzeit Räume > 566 m²	Grundschule	0,5	erfüllt
	Unterrichtsraum	0,7	erfüllt
	Hörsaal	0,7	erfüllt

LEED - Messung Schule Nürnberg			
	in s		
Nachhallzeit Räume < 566 m²	≤ 283 m ²	0,6	erfüllt
	> 283 m ²	0,7	
Nachhallzeit Räume > 566 m²	Grundschule	0,5	erfüllt
	Unterrichtsraum	0,7	erfüllt
	Hörsaal	0,7	erfüllt

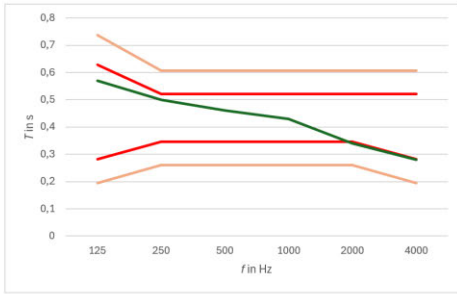
LEED - Nachweis Schule Nürnberg			
	in s		
Nachhallzeit Räume < 566 m²	≤ 283 m ²	0,6	erfüllt
	> 283 m ²	0,7	
Nachhallzeit Räume > 566 m²	Grundschule	0,5	erfüllt
	Unterrichtsraum	0,7	erfüllt
	Hörsaal	0,7	erfüllt

BNB Arbeitsdiagramme zur Raumakustik

BNB Büro Berlin

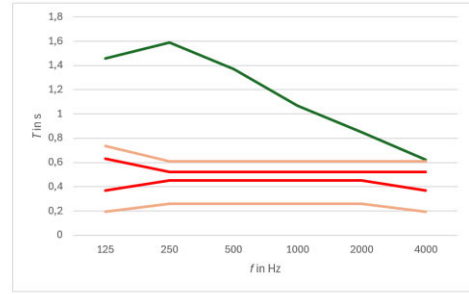
Nachweis

A3	f in Hz					
V in m ³	125	250	500	1000	2000	4000
77	0,57	0,5	0,46	0,43	0,34	0,28

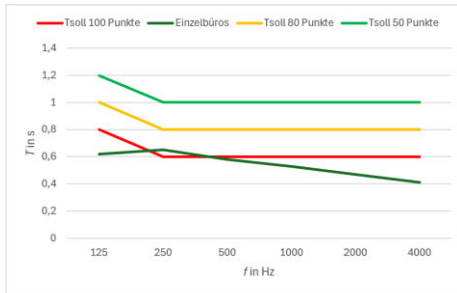


Messung

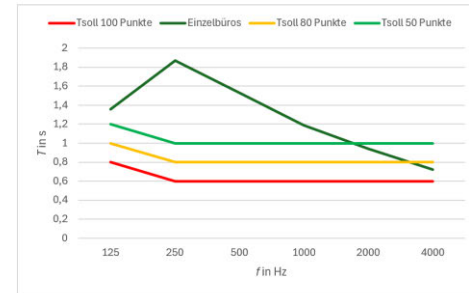
A3	f in Hz					
V in m ³	125	250	500	1000	2000	4000
77	1,46	1,59	1,37	1,07	0,85	0,62



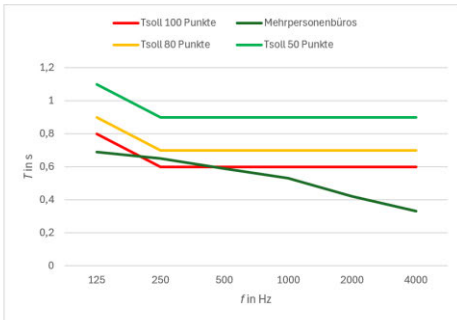
Büro ≤ 100 m ³	f in Hz					
V in m ³	125	250	500	1000	2000	4000
77	0,62	0,65	0,58	0,53	0,47	0,41



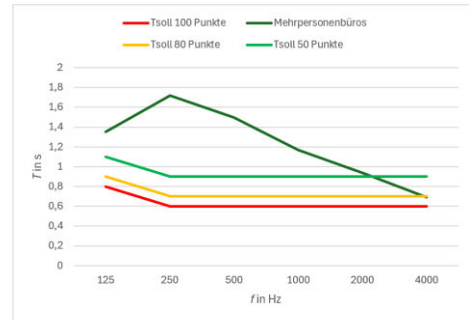
Büro ≤ 100 m ³	f in Hz					
V in m ³	125	250	500	1000	2000	4000
77	1,36	1,87	1,53	1,19	0,94	0,72



Büro > 100 m ³	f in Hz					
V in m ³	125	250	500	1000	2000	4000
146	0,69	0,65	0,59	0,53	0,42	0,33



Büro > 100 m ³	f in Hz					
V in m ³	125	250	500	1000	2000	4000
146	1,35	1,72	1,5	1,17	0,94	0,69



andere Raumgruppen B2-B5

B2	0,15	100 Punkte	0,17/100 Punkte
	0,09	50 Punkte	
		0 Punkte	
B3	0,20	100 Punkte	0 Punkte
	0,12	50 Punkte	
		0 Punkte	
B4	0,25	100 Punkte	0 Punkte
	0,15	50 Punkte	
		0 Punkte	
B5	0,30	100 Punkte	0 Punkte
	0,18	50 Punkte	
		0 Punkte	

andere Raumgruppen B2-B5

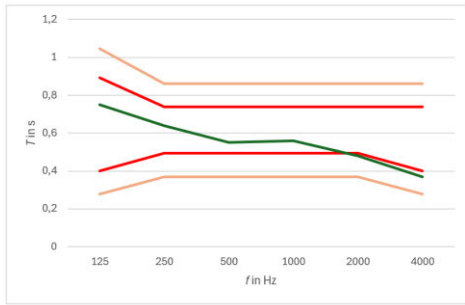
B2	0,15	100 Punkte	0 Punkte
	0,09	50 Punkte	
		0 Punkte	
B3	0,20	100 Punkte	0 Punkte
	0,12	50 Punkte	
		0 Punkte	
B4	0,25	100 Punkte	0 Punkte
	0,15	50 Punkte	
		0 Punkte	
B5	0,30	100 Punkte	0 Punkte
	0,18	50 Punkte	
		0 Punkte	

BNB Büro Leipzig

Nachweis

A3

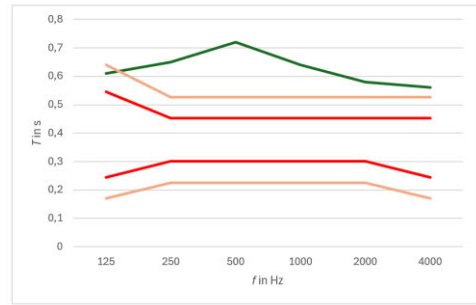
V in m^3	125	250	500	1000	2000	4000
286	0,75	0,64	0,55	0,56	0,48	0,37



Messung

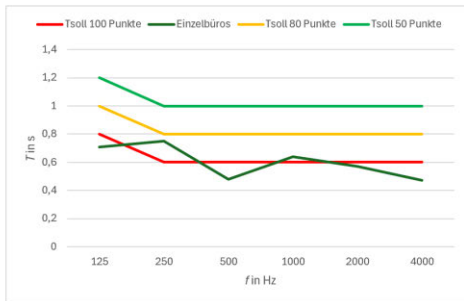
A3

V in m^3	125	250	500	1000	2000	4000
51	0,61	0,65	0,72	0,64	0,58	0,56



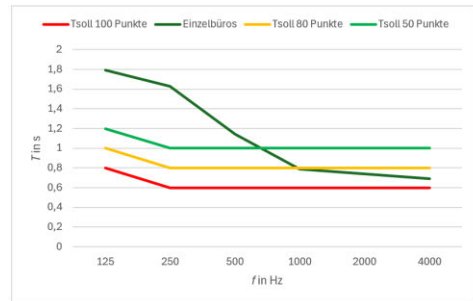
Büro ≤ 100 m³

V in m^3	125	250	500	1000	2000	4000
36	0,71	0,75	0,48	0,64	0,57	0,47



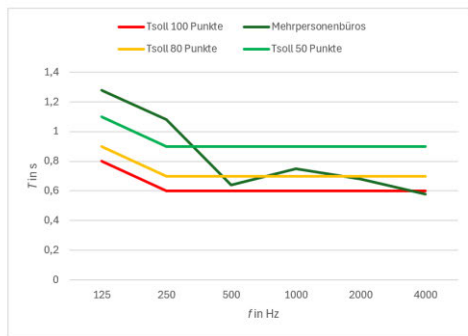
Büro ≤ 100 m³

V in m^3	125	250	500	1000	2000	4000
36	1,79	1,63	1,14	0,79	0,74	0,69



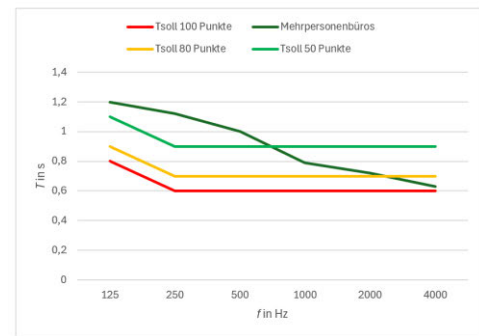
Büro > 100 m³

V in m^3	125	250	500	1000	2000	4000
137	1,28	1,08	0,64	0,75	0,68	0,58



Büro > 100 m³

V in m^3	125	250	500	1000	2000	4000
137	1,20	1,12	1,00	0,79	0,72	0,63



andere Raumgruppen B2-B5

B2	0,14 0,08	100 Punkte 50 Punkte 0 Punkte	<input type="text" value="0"/> Punkte
B3	0,20 0,12	100 Punkte 50 Punkte 0 Punkte	<input type="text" value="0"/> Punkte
B4	0,25 0,15	100 Punkte 50 Punkte 0 Punkte	<input type="text" value="0"/> Punkte
B5	0,30 0,18	100 Punkte 50 Punkte 0 Punkte	<input type="text" value="0"/> Punkte

andere Raumgruppen B2-B5

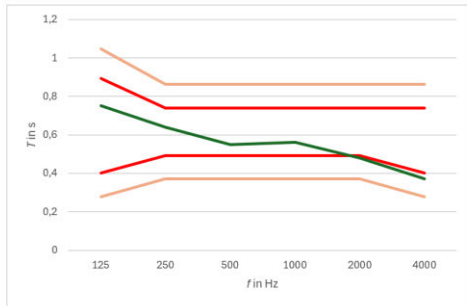
B2	0,14 0,08	100 Punkte 50 Punkte 0 Punkte	<input type="text" value="0,08"/> 50 Punkte
B3	0,20 0,12	100 Punkte 50 Punkte 0 Punkte	<input type="text" value="0"/> Punkte
B4	0,25 0,15	100 Punkte 50 Punkte 0 Punkte	<input type="text" value="0"/> Punkte
B5	0,30 0,18	100 Punkte 50 Punkte 0 Punkte	<input type="text" value="0"/> Punkte

BNB Schule Nürnberg

Nachweis

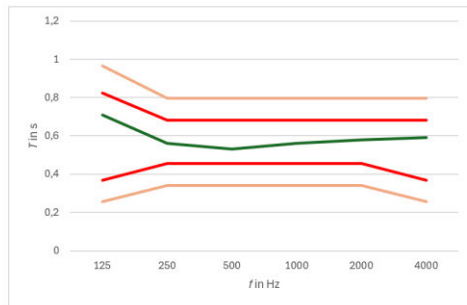
A2

V in m^3	f in Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
182	0,93	0,74	0,69	0,7	0,69	0,69



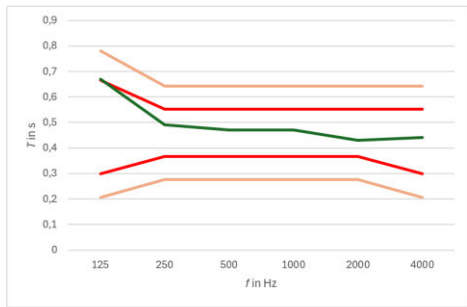
A3

V in m^3	f in Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
202	0,71	0,56	0,53	0,56	0,58	0,59



A4

V in m^3	f in Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
202	0,67	0,49	0,47	0,47	0,43	0,44



A5

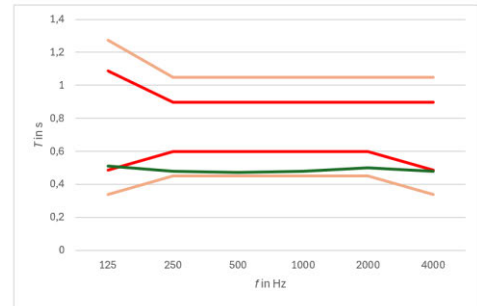
V in m^3	f in Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
13744		2,40	2,02	2,04	2,02	



Messung

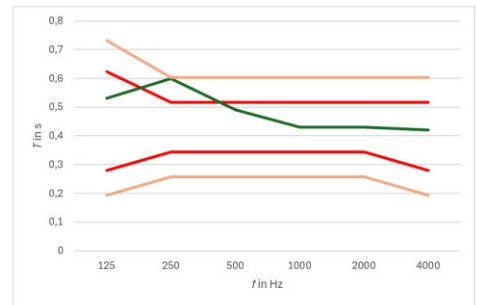
A2

V in m^3	f in Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
253	0,51	0,48	0,47	0,48	0,5	0,48



A3

V in m^3	f in Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
75,2	0,53	0,6	0,49	0,43	0,43	0,42



A4

V in m^3	f in Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
75,2	0,53	0,6	0,49	0,43	0,43	0,42



A5

V in m^3	f in Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000

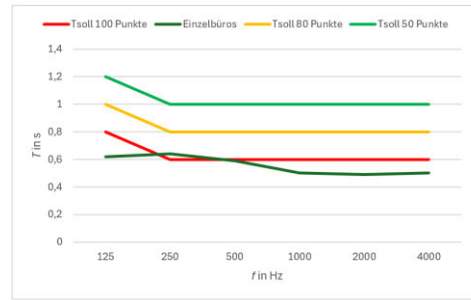
Büro ≤ 100 m³ f in Hz

V in m ³	125	250	500	1000	2000	4000
	91	0,23	0,24	0,21	0,19	



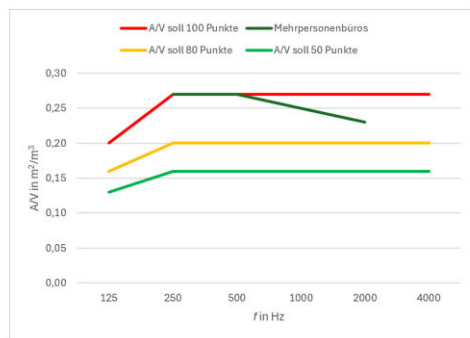
Büro ≤ 100 m³ f in Hz

V in m ³	125	250	500	1000	2000	4000
	84,3	0,62	0,64	0,59	0,50	0,49



Büro > 100 m³ f in Hz

V in m ³	125	250	500	1000	2000	4000
	126	0,27	0,27	0,25	0,23	



Büro > 100 m³ f in Hz

V in m ³	125	250	500	1000	2000	4000

andere Raumgruppen B2-B5

B2	0,14	100 Punkte	0,14 100 Punkte
	0,08	50 Punkte	
B3	0,18	100 Punkte	0,18 100 Punkte
	0,11	50 Punkte	
B4	0,21	100 Punkte	0 Punkte
	0,13	50 Punkte	
B5	0,25	100 Punkte	0,25 100 Punkte
	0,15	50 Punkte	

andere Raumgruppen B2-B5

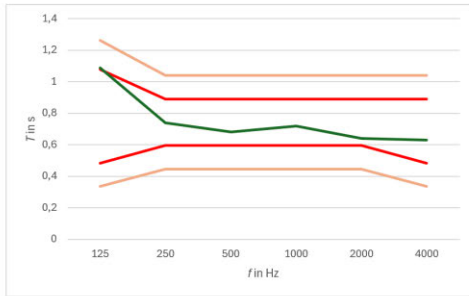
B2	0,14	100 Punkte	0 Punkte
	0,08	50 Punkte	
B3	0,18	100 Punkte	0,14 50 Punkte
	0,11	50 Punkte	
B4	0,21	100 Punkte	0 Punkte
	0,13	50 Punkte	
B5	0,25	100 Punkte	0,24 50 Punkte
	0,15	50 Punkte	

BNB Schule Hannover

Nachweis

A2

V in m^3	f in Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
243	1,09	0,74	0,68	0,72	0,64	0,63



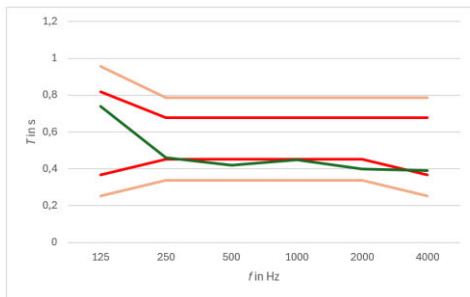
Messung

A2

V in m^3	f in Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000

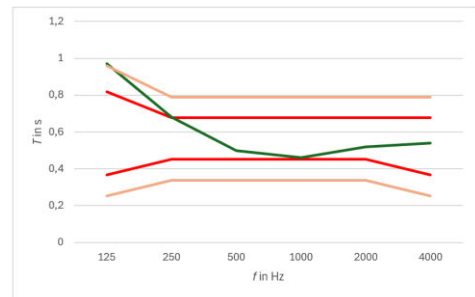
A3

V in m^3	f in Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
194	0,74	0,46	0,42	0,45	0,4	0,39



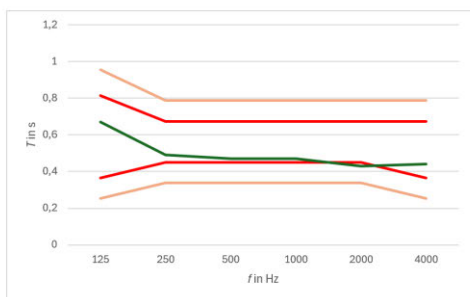
A3

V in m^3	f in Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
196,5	0,97	0,68	0,5	0,46	0,52	0,54



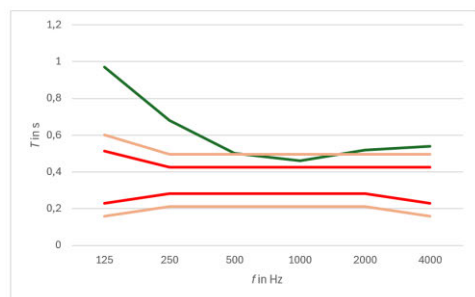
A4

V in m^3	f in Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
194	0,57	0,52	0,51	0,52	0,48	0,45



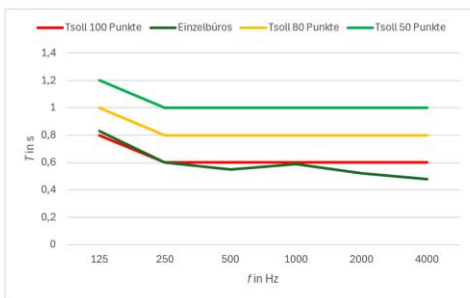
A4

V in m^3	f in Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
75,2	0,53	0,6	0,49	0,43	0,43	0,42



Büro ≤ 100 m³

V in m^3	f in Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
58	0,83	0,6	0,55	0,59	0,52	0,48



Büro ≤ 100 m³

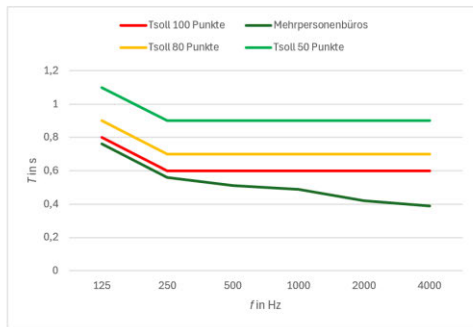
V in m^3	f in Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000

Büro > 100 m³ f in Hz

V in m ³	125	250	500	1000	2000	4000
150	0,76	0,56	0,51	0,49	0,42	0,39

Büro > 100 m³ f in Hz

V in m ³	125	250	500	1000	2000	4000



andere Raumgruppen B2-B5

B2	0,15	100 Punkte	<input type="text" value="0 Punkte"/>
	0,09	50 Punkte	
B3	0,19	100 Punkte	<input type="text" value="0,19 100 Punkte"/>
	0,11	50 Punkte	
B4	0,23	100 Punkte	<input type="text" value="0 Punkte"/>
	0,14	50 Punkte	
B5	0,27	100 Punkte	<input type="text" value="0,27 100 Punkte"/>
	0,16	50 Punkte	
		0 Punkte	

andere Raumgruppen B2-B5

B2	0,15	100 Punkte	<input type="text" value="0 Punkte"/>
	0,09	50 Punkte	
B3	0,20	100 Punkte	<input type="text" value="0 Punkte"/>
	0,12	50 Punkte	
B4	0,25	100 Punkte	<input type="text" value="0 Punkte"/>
	0,15	50 Punkte	
B5	0,30	100 Punkte	<input type="text" value="0 Punkte"/>
	0,18	50 Punkte	
		0 Punkte	

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Chemnitz, 31.07.2024

Ort, Datum

Lara Blochwitz



v