



# Planen und Bauen

Bauphysik-Grundlagen



**rigips**  
SAINT-GOBAIN

# Starke Marke im Rücken!

RIGIPS® – mit Plattenvielfalt,  
Zubehör und Service

**DU** hast  
für alles die  
**Lösung**  
#RigipsFuerAlles



➔ [rigips.de/RigipsFuerAlles](https://rigips.de/RigipsFuerAlles)



SAINT-GOBAIN

# Inhaltsverzeichnis

<b>Das Flipbook - Planen und Bauen in digitaler Form / BIM - Planen auf höchstem Niveau mit RIGIPS</b>	<b>2</b>
<b>Baulicher Brandschutz</b>	<b>5</b>
RIGIPS - der Brandschutzexperte	6
Hinweise zu Rigips Verwendbarkeitsnachweisen	8
Begriffe und Anforderungen	10
Ertüchtigung von Einfachständerwänden und Schachtwänden	16
<b>Schallschutz</b>	<b>21</b>
Anforderungen an den Schallschutz	22
Schallschutzbegriffe	23
Schalldämmung mit Trennwänden von RIGIPS	25
Rechenverfahren des Luftschallschutzes nach DIN 4109-2	26
Ermittlung des resultierenden Schalldämm-Maßes $R'_w$ oder $L'_{n,w}$	28
Erforderliche Luftschalldämmung	31
Erforderliche Schalldämmung	32
Einfluss flankierender Bauteile	34
<b>Raumakustik</b>	<b>41</b>
Raumakustische Fachbegriffe und Kenngrößen	42
Einflussgrößen auf das Absorptionsverhalten	44
Normen für die raumakustische Planung	46
Optimale Nachhallzeit - Räume der Gruppe A	47
Positionierung akustisch wirksamer Flächen	49
Räume der Gruppe B	52
<b>Wärme- und Feuchteschutz</b>	<b>55</b>
Wärmeschutz	56
Wärmeschutz - Begriffe, Kennwerte und Berechnungen	58
Feuchteschutz	60
Feuchteschutz - Begriffe, Kennwerte und Berechnungen	63
Berechnungsverfahren Wärme- und Feuchteschutz	64

# Das Flipbook – Planen und Bauen in digitaler Form

## Die Flipbooks bzw. die Rigips Online-Kataloge bieten Ihnen größtmöglichen Support für Ihre Arbeit

Die wesentliche Eigenschaft des Flipbooks („to flip over“ = umblättern) ist die – wie bei Druckwerken – gewohnte Handhabung: sie blättern sich durch die Seiten bzw. gezielt zu ausgewählten Seiten. Das Flipbook birgt eine Reihe von Vorzügen, die in Form hilfreicher Features Ihren Arbeitskomfort erheblich steigern. Ein Mausklick genügt. Die Online-Kataloge finden Sie unter: [www.rigips.de/planen-und-bauen-online](http://www.rigips.de/planen-und-bauen-online)

### Schneller zum Ziel durch intelligente Verlinkungen und effektiven Zusatz-funktionen

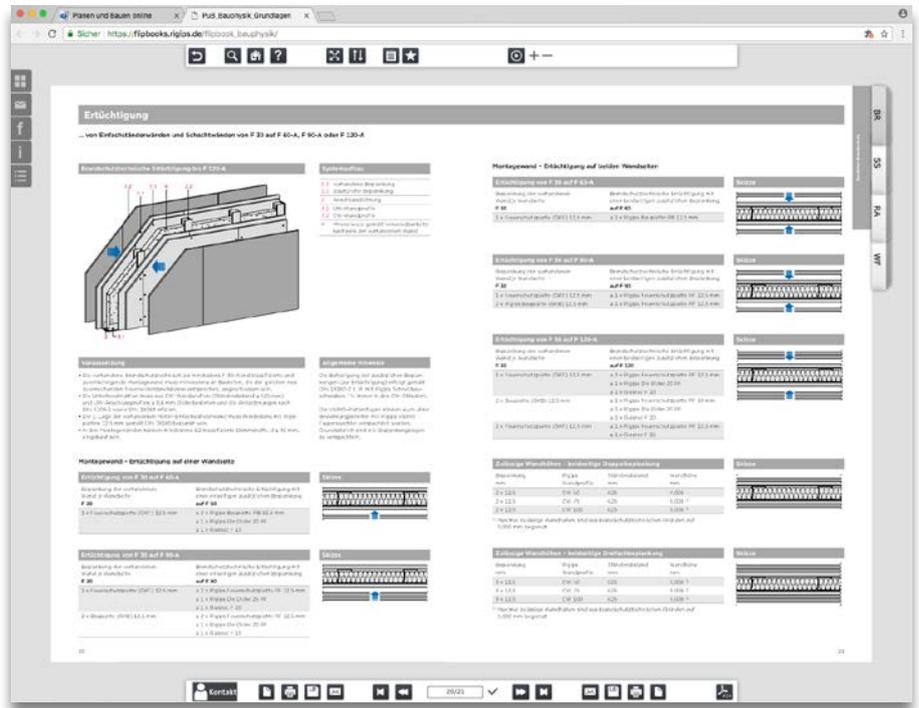
Um das Arbeiten mit dem neuen Online-Katalog noch komfortabler zu machen haben wir zahlreiche Verlinkungen und Zusatzfunktionen integriert.

Die internen Cross-Verlinkungen führen Sie schnell und direkt zu den von Ihnen benötigten Informationen. Beispielsweise über die Reiter am rechten Bildrand, über die Inhaltsverzeichnisse und/oder Übersichtstabelle.

Arbeitsfreundlichen Komfort bzw. gängige Funktionen bietet Ihnen natürlich auch die Programmebene des Flipbooks selber, z. B. das Anlegen von Notizen, das Setzen von Favoriten, die Möglichkeit Seiten direkt per Email weiterzupfehlen, usw..

### Benötigen Sie persönlichen Support?

Durch Anklicken des Kontakt-Buttons und Eingabe Ihrer Postleitzahl erfahren Sie, wer Ihr Rigips Ansprechpartner ist.



### Beispiel für die internen Cross-Verlinkungen:

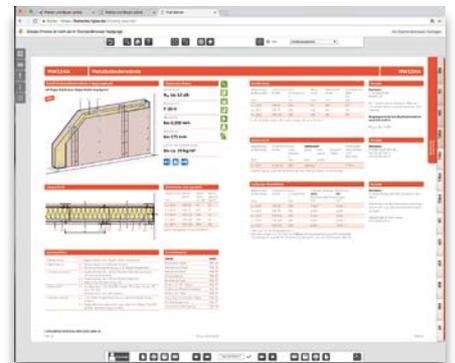
Schallschimm-Maße  $R_w$  von Rigips Metallständerwänden

Systemtyp	Systemname	Abstand	Wand- dicke mm	Wand- höhe mm	Minimale Stärke mm	$R_w$ dB
Metall-Einfachständerwände, 1-lagig beplankt	Rigips Feuerplatte güte W1	1 x 125	75	100	40	47
		1 x 125	75	125	30	50
		1 x 125	75	150	20	52
Metall-Einfachständerwände, 2-lagig beplankt	Rigips Feuerplatte güte W1	1 x 125	75	100	40	49
		1 x 125	75	125	30	52
		1 x 125	75	150	20	54
Metall-Einfachständerwände, 3-lagig beplankt	Rigips Feuerplatte güte W1	1 x 125	75	100	40	51
		1 x 125	75	125	30	54
		1 x 125	75	150	20	56

Cross-Verlinkung von einer Übersichtstabelle direkt zu ...

Prinzipkategorie	Beschreibung	Detail- zeichnung	Beplankung der Rigips- Unterdecke mm	Schall- Norm-Flächencharakteristik D <sub>n,w</sub> dB	Nachweis	
Trennwandbrücke an Unterdecke, Decken- träger über Uf-Kanten decken	Trennwandbrücke an Unterdecke, Decken- träger über Uf-Kanten decken		1 x 125	46	50	DN 4209-93 Tabelle ST, Zeile 3
			2 x 125	50	56	DN 4209-93 Tabelle ST, Zeile 2
			2 x 125	57	59	DN 4209-93 Tabelle ST, Zeile 4
			2 x 125	59	54	DN 4209-93 Tabelle ST, Zeile 5
			2 x 125	57	59	DN 4209-93 Tabelle ST, Zeile 4
Trennwandbrücke an Metallständer- Unterdecke	Trennwandbrücke an Metallständer- Unterdecke		1 x 125	67	67	DN 4209-93 Tabelle ST, Zeile 6
			2 x 125	67	67	DN 4209-93 Tabelle ST, Zeile 6

Cross-Verlinkung von einer Übersichtstabelle direkt zu ...



... einem Rigips Wandsystem im Flipbook Planen und Bauen – Wände



... einem Rigips Deckendetail im Flipbook Planen und Bauen – Decken/Dächer

## Was ist BIM und warum BIM?

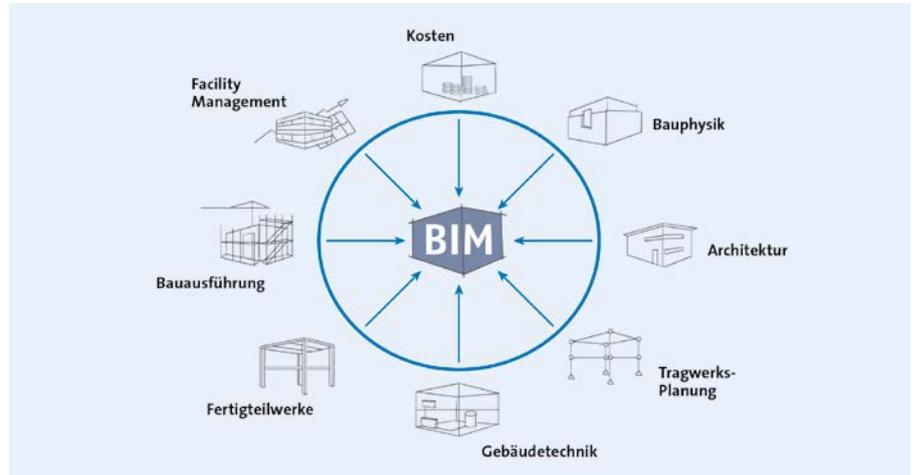
BIM ist eine digitale, ganzheitliche Methode zur Bauplanung und -steuerung.

Grundsätzliches Prinzip ist es, Projekte als Ganzes zu sehen und den Projekterfolg gemeinschaftlich durch eine integrierte Zusammenarbeit zu erreichen.

Dieser Ansatz beeinflusst die Richtlinien, Prozesse, Technologien und Kenntnisse der Mitarbeiter. Das digitale Bauwerksmodell bildet dabei die zentrale und transparente Informationsgrundlage für das Projektteam über den gesamten Bauwerkslebenszyklus. Höhere Transparenz, Effizienz und Kostensicherheit zählen zu den primären BIM-Vorteilen, von denen alle Baubeteiligten profitieren.

## Was bedeutet die BIM-Methode für Sie?

1. Kürzere Projektlaufzeiten
2. Kosten- und Planungssicherheit
3. Vermeidung von Planungsfehlern und Reduzierung von (rechtlichen) Risiken
4. Fundierte Entscheidungsbasis
5. Reduzierte Gesamtkosten, inklusive Minimierung der Folgekosten
6. Höhere Qualität der Planung und damit die Verbesserung Ihrer Wettbewerbsfähigkeit



**BIM** – die vernetzte Zusammenarbeit aller an einem Projekt beteiligter Disziplinen

## RIGIPS – Ihr Planungsassistent

Integriert in die Design2Cost-Lösung von Allplan bietet RIGIPS Ihnen ab sofort mit den „Rigips Assistenten“ exklusive wie intelligente Werkzeuge für Ihre bauteilorientierte Planung und Ihr effizientes Baukostenmanagement. Die Rigips Assistenten beinhalten alle BIM-fähigen Objekte sowie Informationen und unterstützen Sie dabei, Ihre kostbaren Ressourcen auf den kreativen Entwurf zu verwenden.

## Die zahlreichen Vorteile für Sie:

- BIM-Gebäudedatenmodelle einfach und effizient planen
- Professionelle Ergebnisse
- Regelmäßig aktualisierte Daten
- Präzise Baubeschreibungen verwendeter Rigips Systeme
- Automatische Erstellung und Aktualisierungen von LVs, usw.
- Verlässliche Mengen als Basis einer belastbaren Kostenberechnung
- TÜV-SÜD Zertifizierung



Die integrierten Rigips Assistenten



Quelle: BMATT Architektur- Bernd Matten

Die **Setups (Updates)** zum Herunterladen und **weitere Informationen** zum Thema BIM finden Sie unter [rigips.de/BIM](http://rigips.de/BIM) oder nehmen Sie direkt Kontakt mit uns auf unter [BIM@rigips.de](mailto:BIM@rigips.de).



Effiziente Erstellung von Leistungsverzeichnissen, usw.





<b>Baulicher Brandschutz</b>	
RIGIPS - der Brandschutzexperte	6
Hinweise zu Rigips Verwendbarkeitsnachweisen	8
Begriffe und Anforderungen	10
Ertüchtigung von Einfachständerwänden und Schachtwänden	16



## RIGIPS – ein Pionier von Anfang an

75 Jahre Brandschutz-Erfahrung, so stellt sich RIGIPS als Experte mit einem innovativen Programm für den „Baulichen Brandschutz“ dar.

Schon 1949 wurde RIGIPS das erste Prüfzeugnis vom damaligen Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung der Technischen Hochschule Braunschweig ausgestellt.

## Sicherheit im Brandfall

Heute bietet RIGIPS ein breites Spektrum an hervorragenden Produkten und Konstruktionen für den vorbeugenden baulichen Brandschutz, damit sich kein Brandherd ausbreiten und verheerende Schäden an Mensch, Tier oder Sachgütern hervorrufen kann.

Hunderte von Prüfzeugnissen und Zulassungen dokumentieren das einwandfreie Funktionieren unserer Rigips Konstruktionen im Hinblick auf verschiedene Regelwerke, im besonderen DIN 4102.

## Qualität nach EN ISO 9001

RIGIPS verpflichtet sich zu höchster Qualität. Dies gilt sowohl für die Produkte als auch für unsere Mitarbeiter, die Ihnen täglich mit Rat und Tat fachkompetent zur Verfügung stehen. Ein zertifiziertes Qualitätsmanagementsystem, das uns verpflichtet und bei Ihnen in allen Bereichen, von der ersten Beratung bis hin zum fertiggestellten System, Vertrauen schafft.

## Gips – mit eingebauter Feuerwehr

Für den Brandschutz einzusetzende Rigips Platten basieren auf dem Naturprodukt Gips. Es enthält kristallgebundene Wasseranteile, die im Brandfall als „Löschwasser“ dienen. Dieser dann austretende Wasserdampf bewirkt, dass die Temperatur der Oberfläche nicht höher als 100 °C ansteigen kann, solange sich Wasserdampf bildet.

In z. B. Die Dicke 20 sind, ausgehend von einem Durchschnittsanteil des kristallgebundenen Wassers von 21% pro m<sup>2</sup>, über 4 Liter „Löschwasser“ enthalten.

## Innovative Systemlösungen

RIGIPS bietet eine Vielzahl von Systemlösungen an, die einfachere Konstruktionsaufbauten beinhalten und auch sehr viel schlanker sind als vergleichbare Systeme der DIN 4102.

Hiermit werden nicht „nur“ Materialkosten eingespart, sondern auch die Bauzeit verkürzt.

So werden Brandschutzsysteme und Detaillösungen angeboten, die Ihnen helfen sollen, Ihr Brandschutzkonzept schlüssig und kostengünstig umzusetzen. Des Weiteren bietet RIGIPS, neben den genormten Konstruktionen, nichtgeregelte Bauarten an, welche durch allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse bzw. Bauartgenehmigungen belegt werden, wie z. B. die Rigips Brandwände, Installations-/Kabelkanäle sowie Stützen-/Trägerbekleidungen aus Rigips Glasroc F, etc..

Das ist nur mit absoluten Spitzenerzeugnissen möglich, die – aufeinander abgestimmt – ein Komplettsystem bilden.

Neue Ideen, intensive Entwicklungsarbeit und umfangreiche Prüfserien in Brandschutz-Instituten führen zu einem ständigen Fortschritt des heute technisch Möglichen.

Für diese **geprüfte Sicherheit** stehen Ihnen Fachkräfte in der Entwicklungs- und Anwendungstechnik zur Verfügung.

Sollte für eine besondere Bausituation kein Prüfzeugnis zutreffen, sind Ihnen unsere Brandschutzexperten im Innen- oder Außendienst gerne mit einem fachkompetenten Konstruktionsvorschlag behilflich, der in Anlehnung an bestehende Prüfzeugnisse entweder mit einem Gutachten abgedeckt oder direkt von der örtlichen Bauaufsicht akzeptiert werden kann.

## Prüfzeugnisse und Zulassungen

Geprüfte Konstruktionen werden einzeln in Prüfzeugnissen bzw. Bauartgenehmigungen in Wort und Bild beschrieben. Die zur jeweiligen Systemlösung aufgeführten Materialien sind bindend und nicht durch andere oder ähnliche Materialien austauschbar. Einzelne Komponenten sind evtl. dicker (größer) dimensionierbar. Hierfür ist die Rücksprache mit unserem technischen Service notwendig.

**Nicht alle notwendigen Details können hier erläutert werden, deshalb gilt: Zur Ausführung jeder der hier im Katalog enthaltenen Brandschutz-Konstruktionen muss das entsprechende Prüfzeugnis/Gutachten bzw. Bauartgenehmigungen zu Rate gezogen werden!**

### Das Rigips Labor

RIGIPS hat sehr früh den Bereich Forschung und Entwicklung vorangetrieben. Ein zentrales Labor mit qualifizierten Mitarbeitern befindet sich in Ladenburg.

Hier werden mit modernsten Labor- und Analysegeräten Gipse und andere Baustoffe auf all ihre produkt- und verarbeitungsrelevanten Eigenschaften untersucht.

Für innovative Entwicklungen und die Optimierung vorhandener Produkte, gerade für den Brandschutz, werden hier neue Rezepturen entwickelt, geprüft und produktionstechnisch erprobt.

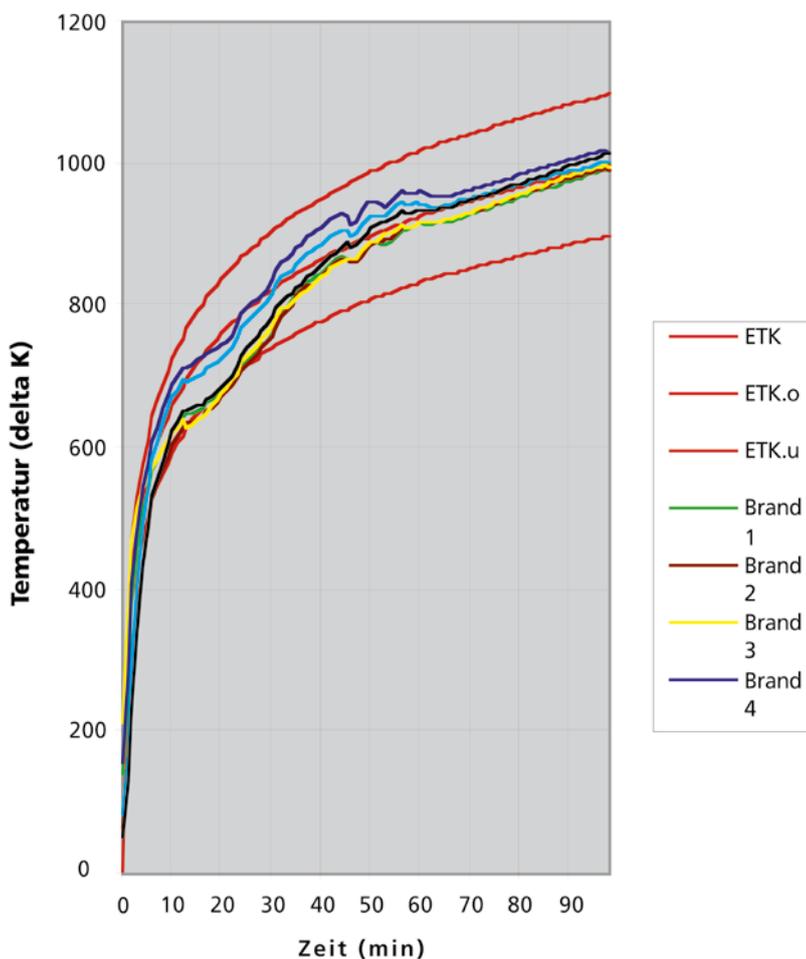
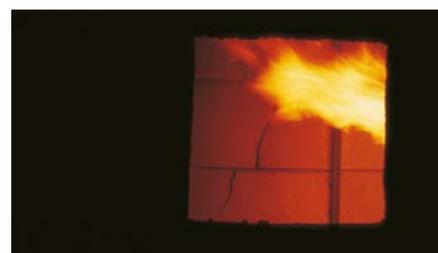
Eine wichtige Aufgabe sind aber auch qualitätssichernde Untersuchungen. Diese beziehen sich sowohl auf die Rohstoffe, die in den Produktionsprozess gelangen, als auch auf die Fertigprodukte. Neben den klassischen Untersuchungsmethoden werden heute auch modernste elektronische Untersuchungsverfahren und -geräte eingesetzt.

### Das Rigips Brandhaus

Der ständig steigende Einsatz insbesondere von Rigips Brandschutz-Konstruktionen in Krankenhäusern, Schulen, Verwaltungsgebäuden usw. erfordert, aufgrund baurechtlicher Vorschriften, immer mehr Entwicklungen geeigneter Systeme und deren Modifikationen.

Dazu bedarf es eigener qualifizierter Prüfeinrichtungen. Ein Brandofen für Vorprüfungen von Brandschutz-Konstruktionen gibt RIGIPS die Möglichkeiten, der Innovation von Produkten und Systemen gerecht zu werden und somit dem Planer und Architekten, dem Trockenbauer und Handel jederzeit das technisch Mögliche anzubieten und weiter zu verfeinern.

Vor dem offiziellen Brandversuch in einem Materialprüfungsamt kann jede Neuentwicklung auf Herz und Nieren überprüft werden, um dem Markt ein Spitzenerzeugnis anzubieten.



# Hinweise zu Rigips Verwendbarkeitsnachweisen

Mit Umsetzung des Urteils des EuGH vom 16.10.2014 wurde die Musterbauordnung in wesentlichen Punkten geändert. Die „Muster Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen“ (MVV TB) ersetzt seit 2018 die Bauregelliste (BRL). Es wurden neue Begriffe wie „Bauartgenehmigung“ oder „vorhabenbezogene Bauartgenehmigung“ mit aufgenommen. Diese Bauartgenehmigungen ersetzen die AbZ (Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung) bzw. die ZIE (Zustimmung im Einzelfall).

Die hohe Qualität und die exzellente technische Leistungsfähigkeit von Rigips Produkten und Systemen blieben von diesem Verwaltungsakt grundsätzlich unberührt und haben sich nicht geändert.

Bei der Erstellung von AbP werden seitdem die Inhalte im Wesentlichen auf die geprüften Konstruktionen reduziert. Darüber hinaus werden Beschlüsse für erweiterte Anwendungen berücksichtigt, die grundsätzlich in einem fortlaufenden Prozess zwischen den zuständigen Prüfstellen (PÜZ-Stellen) und dem DIBt abzustimmen sind.

Der Beurteilung und Erklärung so genannter nicht wesentlicher Abweichungen kommt in diesem Zusammenhang eine steigende Bedeutung zu.

Mit einer Übereinstimmungserklärung, bescheinigt der Ersteller des Bauteils (Fachunternehmer), dass er dieses gemäß des gültigen Verwendbarkeitsnachweises (z. B. AbP) erstellt hat. Die Übereinstimmung mit dem Nachweis liegt nach Musterbauordnung auch dann vor, wenn von diesem nicht wesentlich abgewichen wird.

Nach den Landesbauordnungen (§ 22 ff Musterbauordnung) obliegt es dem Bauausführenden (Ersteller des Bauteils), nicht wesentliche Abweichungen der von ihm erstellten Bauart gegenüber dem verwendeten Nachweis (z. B. AbP) zu erklären. Die Beurteilung nicht wesentlicher Abweichungen ermöglichen dem Fachunternehmer die Nachweisführung so zu ergänzen, dass die Angaben des Allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses nicht wesentlich erweitert und somit an die gegebenen Baustellenbedingungen angepasst werden können.

Die Übereinstimmungserklärung kann direkt online ausgefüllt und ausgedruckt werden: [https://medien.rigips.de/downloads/uebereinstimmungserklaerung\\_rigips.pdf](https://medien.rigips.de/downloads/uebereinstimmungserklaerung_rigips.pdf)

Der Bauausführende hat jedoch häufig nicht die Prüferfahrung aus Brandversuchen, um sachgerecht beurteilen zu können, ob eine

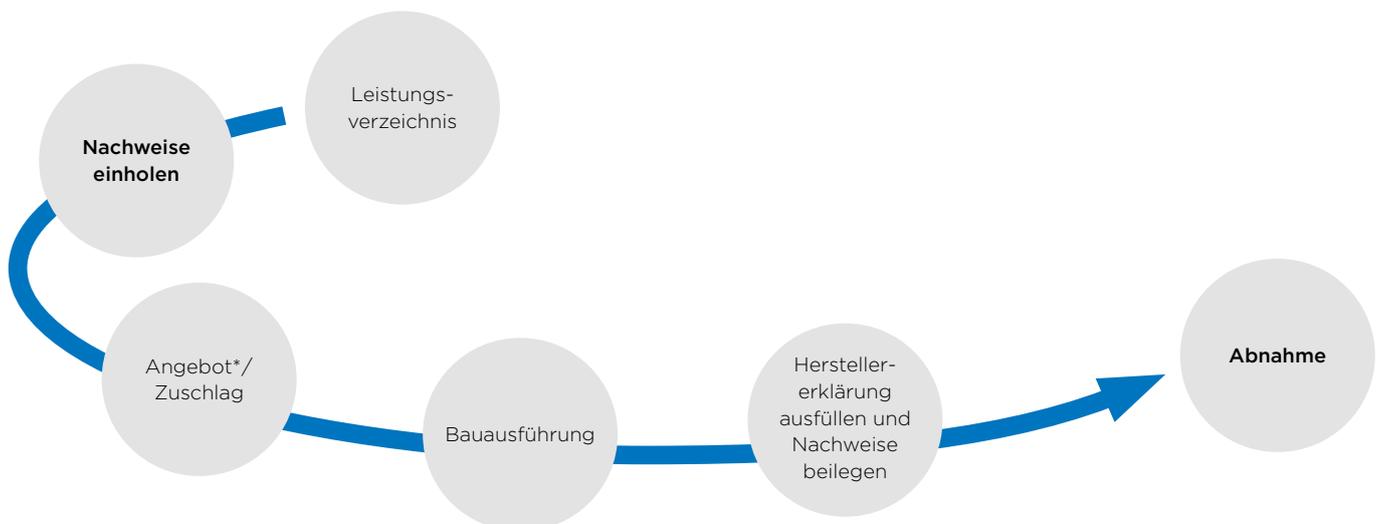
Abweichung tatsächlich nicht wesentlich ist. Zur Beurteilung dieser Fragestellung werden häufig ergänzende gutachterliche Stellungnahmen von erfahrenen Sachverständigen und/oder Prüfstellen herangezogen, welche grundlegend oder objektbezogen formuliert sein können. Die entsprechenden gutachterlichen Stellungnahmen können zusammen mit dem für das jeweilige System erforderliche Verwendbarkeitsnachweis online angefordert werden: <https://rigips.de/plannen-kalkulieren/pruefzeugnisse-anfordern>

Gerne unterstützen wir Sie bei Fragen zur ergänzenden oder alternativen Nachweisführung. Klären Sie bitte mit Ihrem Rigips Ansprechpartner, ob für Ihr Bauprojekt der Nachweis der Anwendbarkeit über AbP, über die Erklärung einer nicht wesentlichen Abweichung, auf Basis normativer Konstruktionen oder über eine Zustimmung im Einzelfall erfolgen kann.

Unser Planen und Bauen basiert auf dem zum Drucktag vorliegenden letzten Nachweisstand und wird (insbesondere in der digitalen Fassung) permanent weiter aktualisiert. Genaue Hinweise zu den Nachweisen finden Sie auf den jeweiligen Systemseiten.

## Rigips Handlungsempfehlung für die Anwender von Verwendbarkeitsnachweisen

RIGIPS empfiehlt im Planungsprozess grundsätzlich folgende Vorgehensweise:



\* Das Angebot sollte auf Basis der aktuellen Nachweise erstellt werden!

Da die Abgrenzung einer wesentlichen zu einer nicht wesentlichen Abweichung nicht eindeutig gesetzlich geregelt ist und daher von den zuständigen Bauaufsichtsbehörden uneinheitlich bewertet werden kann, empfehlen wir, die Frage der Akzeptanz bezüglich nicht wesentlicher Abweichungen stets vor der Ausführung der Arbeiten mit dem Auftraggeber bzw. den für den Brandschutz verantwortlichen Personen oder Behörden abzuklären. So kann nachträglichen Problemen vorgebeugt werden.

Die aktuellen Verwendbarkeitsnachweise können Sie nach Auswahl eines Systems über unsere Systemsuche: <https://rigips.de/systeme-kalkulation> oder direkt unter folgendem Link online anfordern: <https://www.rigips.de/planen-kalkulieren/pruefzeugnisse-anfordern>

#### Nachweis der Feuerwiderstandsklassen

Der Nachweis der Feuerwiderstandsklassen kann in Deutschland auf Basis folgender Unterlagen geführt werden:

- Normativ geregelt nach DIN 4102-4 (Bauteilkatalog Brandschutz),
- Allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse (AbP),
- allgemeine Bauartgenehmigung,
- Europäisch technische Zulassungen/ Bewertungen (ETZ/ETB) oder
- Vorhabenbezogene Bauartgenehmigung

#### Übergangsregeln und Gültigkeit bisheriger Nachweise nach deutscher Klassifizierung

In Deutschland gelten folgende Übergangsregeln:

- a. Das europäische Klassifizierungssystem steht gleichberechtigt neben dem bisherigen Klassifizierungssystem nach DIN 4102 (Beschluss der ARGEBAU).
- b. Mit der Parallelgeltung beider Klassifizierungssysteme besteht die Möglichkeit für Hersteller und Anwender, Nachweise zum Brandverhalten oder zur Feuerwiderstandsfähigkeit (z. B. AbP) entweder auf der Grundlage der DIN EN 13501 (z. B. EI 90) oder der DIN 4102 (z. B. F 90-A) zu führen.
- c. Eine zeitliche Begrenzung der Geltungsdauer des bisherigen Systems der DIN 4102-Klassen (z. B. F 30 oder F 90) ist derzeit nicht abzusehen.

Da in Deutschland das nationale und europäische Klassifizierungssystem gleichberechtigt gültig sind, ist es für die Planer besonders empfehlenswert, unter Benennung der bauaufsichtlichen Begriffe auszuschreiben, welche durch beide Klassifizierungen bedient werden können.

Diese sind z.B.

- feuerhemmend
- hochfeuerhemmend
- feuerbeständig

Gegebenenfalls sind - üblicherweise mit Bezug auf die jeweilige Landesbauordnung - weitere Anmerkungen zu ergänzen wie z. B.

- nur aus nichtbrennbaren Baustoffen
- Brandwand

#### Hinweise zu unseren Brandschutznachweisen

Rigips Systeme bieten dem Anwender häufig zusätzliche Ausführungsvarianten, die nicht unmittelbar vom Verwendbarkeitsnachweis erfasst sind. Auf Basis unserer technischen Bewertungen sowie ergänzender gutachterlicher Stellungnahmen von Experten der Prüfstellen gehen wir davon aus, dass diese Ausführungen als nicht wesentliche Abweichungen eingestuft werden.

Insoweit ist nach unserer Einschätzung für diese Ausführungen keine vorhabenbezogene Bauartgenehmigung erforderlich, sondern die Bestätigung der Übereinstimmung und der nicht wesentlichen Abweichung über die Übereinstimmungserklärung des Erstellers des Bauteils (Fachunternehmer) ausreichend. Die dieser Einschätzung zugrundeliegenden Dokumente stellen wir zusammen mit dem Verwendbarkeitsnachweis zur Verfügung.

Da die Abgrenzung einer wesentlichen zu einer nicht wesentlich Abweichung nicht eindeutig gesetzlich geregelt ist und daher von den zuständigen Bauaufsichtsbehörden uneinheitlich bewertet werden kann, empfehlen wir, das Vorliegen einer nicht wesentlichen Abweichung vor Bauausführung mit den für den Brandschutz verantwortlichen Personen oder Behörden abzustimmen.

**Konstruktive, statische und bauphysikalische Eigenschaften von Rigips Systemen gelten nur bei Verwendung von Rigips Systemkomponenten oder seitens RIGIPS ausdrücklich empfohlener Produkte.**



Weitere Informationen dazu unter: <https://www.rigips.de/produkte-systeme>

... nach der deutschen Norm DIN 4102, der europäischen Norm DIN EN 13501 und mitgeltenden Normen

## 1. Einleitung

In der nationalen deutschen Norm DIN 4102 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen“ werden Baustoffe und Bauteile hinsichtlich ihres Brandverhaltens ausführlich charakterisiert sowie Begriffe, Anforderungen und Prüfungen hierfür festgelegt. Als Bauteile im Sinne dieser Norm gelten Wände, Decken, Stützen, Unterzüge usw..

Bauteile mit brandschutztechnischen Sonderanforderungen, wie Brandwände, Feuerschutzabschlüsse, Abschlüsse in Fahrschachtwänden, Verglasungen der Feuerwiderstandsklasse G, Lüftungsleitungen etc., werden hinsichtlich der Begriffe, Anforderungen und Prüfungen in DIN 4102, Teil 3 bzw. Teile 5-7 behandelt.

Teil 4 der DIN 4102 enthält eine Zusammenstellung von Baustoffen, Bauteilen und Konstruktionen aus genormten Baustoffen mit nachgewiesenen Baustoff- bzw. Feuerwiderstandsklassen und hat damit eine besondere Bedeutung für die Bauausführung.

Im Zuge der Harmonisierung europäischer Normen wurde auch der Bauliche Brandschutz erfasst, so dass es inzwischen mit der DIN EN 13501 „Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten“ und diversen Prüfnormen auch europäische Regelungen zur Charakterisierung des Brandverhaltens von Baustoffen (Bauprodukten) und Bauteilen (Bauarten) sowie zur Festlegung von Begriffen und Prüfungen hierfür gibt. Allerdings weichen die europäischen Normen in einigen Punkten von der deutschen Norm DIN 4102 erheblich ab. So ersetzen z. B. die Teile 1 und 2 der DIN EN 13501 keineswegs vollständig die Teile 1, 2 und 4 der DIN 4102. Ein Bauteilkatalog, ähnlich der DIN 4102, Teil 4, mit einer Zusammenstellung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile gibt es z. B. auf europäischer Ebene nicht. Dies sind u. a. Gründe dafür, weshalb für eine noch unbestimmte Zeit, sicher aber noch über Jahre hinweg, die deutsche und die europäische Klassifizierung gleichberechtigt nebeneinander gültig sein werden.

Nachfolgende Erläuterungen sollen helfen, sich insbesondere in der Phase der Koexistenz der deutschen und europäischen Brandschutzklassifizierung, die besondere Ansprüche an Baustoffhersteller, Planer, Verarbeiter und Bauleitung stellt, zurechtzufinden.

## 2. In eigener Sache

Die hier aufgeführten Begriffserklärungen und Erläuterungen sind Auszüge für Planer, Architekten und Anwender des Trockenbaus aus der DIN 4102 und der DIN EN 13501 sowie ggfs. mitgeltender Normen und ersetzen daher nicht die Ausarbeitung mit den Langtexten dieser Normen!

## 3. Allgemeines

Die europäischen Klassifizierungen zum Brandverhalten und zum Feuerwiderstand sind in dem Anhang der MVV TB aufgenommen.

Mit der Änderung der Musterbauordnung wurden auch die Bauordnungen der einzelnen Länder angepasst, wonach Bauprodukte nur verwendet werden dürfen, wenn sie von den in der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VV TB) des DIBt bekannt gemachten technischen Regeln nicht oder nicht wesentlich abweichen (geregelt Bauprodukte).

Bauprodukte, für die es allgemein anerkannte Regeln der Technik nicht gibt (nicht geregelte Bauprodukte) oder die von technischen Regeln wesentlich abweichen, benötigen als Verwendbarkeitsnachweis - eine allgemeine Bauartgenehmigung oder - ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis oder - eine vorhabenbezogene Bauartgenehmigung.

Zur Bestätigung der Übereinstimmung mit den technischen Regeln bzw. mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Bauartgenehmigung, dem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis oder der vorhabenbezogenen Bauartgenehmigung tragen die verwendbaren Bauprodukte das Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen).

## 4. Die deutsche Norm DIN 4102 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen“

- DIN 4102-1 (Klassifizierung von Baustoffen)
- DIN 4102-2 (Klassifizierung von Bauteilen)
- DIN 4102-3 (Brandwände und nichttragende Außenwände)
- DIN 4102-4 (Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile, sog. Bauteilkatalog)
- DIN 4102-5 (Feuerschutzabschlüsse, Abschlüsse in Fahrschachtwänden und gegen feuerwiderstandsfähige Verglasungen)
- DIN 4102-6 (Lüftungsleitungen)
- DIN 4102-7 (Bedachungen)
- DIN 4102-8 (Kleinprüfstand)
- DIN 4102-9 (Kabelabschottungen)
- DIN 4102-11 (Rohrummantelungen, Rohrabschottungen, Installationsschächte und -kanäle sowie Abschlüsse ihrer Revisionsöffnungen)
- DIN 4102-12 (Funktionserhalt von elektrischen Kabelanlagen)
- DIN 4102-13 (Brandschutzverglasungen)
- DIN 4102-14 (Bodenbeläge und Bodenbeschichtungen)
- DIN 4102-15 (Brandschacht)
- DIN 4102-16 (Durchführung von Brandschachtprüfungen)
- DIN 4102-17 (Schmelzpunkt von Mineralfaser-Dämmstoffen)
- DIN 4102-18 (Feuerschutzabschlüsse „selbstschließend“)

## 5. Die europäische Klassifizierungsnorm DIN EN 13501 „Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten“

- **DIN EN 13501-1**  
„Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten“ (Baustoffe/ Bauprodukte)
- **DIN EN 13501-2**  
„Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen mit Ausnahme von Lüftungsanlagen“ (Bauteile/Bauarten)
- **DIN EN 13501-3**  
„Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen an Lüftungsanlagen“

## 6. Wichtige europäische Prüfnormen

- DIN EN 1363  
„Feuerwiderstandsprüfungen“
- DIN EN 1363-1  
(Allgemeine Anforderungen)
- DIN EN 1363-2  
(Alternative und ergänzende Verfahren)
- **DIN EN 1364**  
**„Feuerwiderstandsprüfungen für  
nichttragende Bauteile“**
- DIN EN 1364-1  
(Wände)
- DIN EN 1364-2  
(Unterdecken)
- DIN EN 1364-3  
(Vorhangfassaden – Gesamtausführung)
- DIN EN 1364-4 (Vorhangfassaden –  
Teilausführung)
- **DIN EN 1365**  
**„Feuerwiderstandsprüfungen für  
tragende Bauteile“**
- DIN EN 1365-1  
(Wände)
- DIN EN 1365-2  
(Decken und Dächer)
- DIN EN 1365-3  
(Balken)
- DIN EN 1365-4  
(Stützen)
- DIN EN 1365-5  
(Balkone)
- DIN EN 1365-6  
(Treppen)

- **DIN EN 1366**  
**„Feuerwiderstandsprüfungen für  
Installationen“**
- DIN EN 1366-1  
(Leitungen)
- DIN EN 1366-2  
(Brandschutzklappen)
- DIN EN 1366-3  
(Abschottungen)
- DIN EN 1366-4  
(Abdichtungssysteme für Bauteilfugen)
- DIN EN 1366-5  
(Installationskanäle und -schächte)
- DIN EN 1366-6  
(Doppel- und Hohlböden)
- DIN EN 1366-7  
(Förderanlagen)
- DIN EN 1366-8  
(Entrauchungsleitungen)
- DIN EN 1366-9  
(Entrauchungsleitungen für eine  
Raumeinheit)
- DIN EN 1366-10  
(Entrauchungsklappen)
- **DIN EN 1634**  
**„Feuerwiderstandsprüfungen für  
Tür- und Abschlusseinrichtungen“**
- DIN EN 1634-1  
(Feuerschutzabschlüsse)
- DIN EN 1634-2  
(Beschläge)
- DIN EN 1634-3  
(Rauchschutzabschlüsse)
- **7. Weitere wichtige Normen im  
Trockenbau**
- DIN 4103-1  
(Nichttragende innere Trennwände)
- DIN 4108  
(Wärmeschutz im Hochbau)
- DIN 4109  
(Schallschutz im Hochbau)
- DIN 18181  
(Verarbeitung von Gipsplatten)
- DIN 18182, Teile 2-4  
(Schrauben, Klammern, Nägel)
- DIN 18183  
(Montagewände aus Gipsplatten)
- DIN EN 520  
in Verbindung mit
- DIN 18180  
(Gipsplatten)
- DIN EN 13162  
(Faserdämmstoffe im Bauwesen)

- DIN EN 13163  
(Schaumkunststoffe als Dämmstoffe  
im Bauwesen)
- DIN EN 13950  
in Verbindung mit
- DIN 18184  
(Gipsplatten-Verbundelemente)
- DIN EN 13964  
in Verbindung mit
- DIN 18168  
(Gipsplatten-Deckenbekleidungen  
und Unterdecken)
- DIN EN 14195  
in Verbindung mit
- DIN 18182-1  
(Profile aus Stahlblech)

## 8. Begriffe aus der DIN 4102 bzw. der DIN EN 13501

### 8.1 Klassen zum Brandverhalten von Baustoffen bzw. Bauprodukten (Bau- stoffklassen)

Zur Einteilung von Baustoffen bzw. Bauprodukten nach ihrem Brandverhalten in (Baustoff) Klassen müssen diese entweder nach deutscher Norm DIN 4102-1 oder alternativ nach europäischer Norm geprüft werden. Da das Brandverhalten nicht nur von der Art des Stoffes sondern auch von der Gestalt, der spezifischen Oberfläche und Masse, dem Verbund mit anderen Stoffen, den Verbindungsmitteln und der Verarbeitungstechnik beeinflusst wird, müssen solche Faktoren bei den Prüfungsvorbereitungen, bei der Auswahl von Proben, bei der Interpretation der Prüfergebnisse sowie bei der Kennzeichnung von Baustoffen berücksichtigt werden.

Nach der deutschen Norm DIN 4102-1 werden nichtbrennbare Baustoffe in die Baustoffklasse A mit der Unterteilung in die Klassen A1 und A2 eingeordnet.

Brennbare Baustoffe gehören zur Baustoffklasse B mit den Klassen B1, B2 und B3, wie in Tabelle 1 angegeben. Bei der Klassifizierung des Brandverhaltens nach europäischer Norm werden dagegen die Baustoffe bzw. Bauprodukte in sogar 7 Klassen eingeteilt: A1, A2, B, C, D, E und F.

Darüberhinaus werden bei der europäischen Normung als zusätzliche Prüf- bzw. Klassifizierungskriterien die Rauchentwicklung (s = smoke) sowie das brennende Abfallen/Abtropfen (d = droplets) aufgenommen. Beide Kriterien werden in jeweils 3 Abstufungen berücksichtigt:

#### Rauchentwicklung s:

s1 - keine/kaum Rauchentwicklung  
s2 - beschränkte Rauchentwicklung  
s3 - unbeschränkte Rauchentwicklung

#### Brennendes Abfallen/Abtropfen d:

d0 - kein Abtropfen  
d1 - kein fortdauerndes Abtropfen  
d2 - deutliches Abtropfen

Dies hat zur Folge, dass die europäische Klassifizierung zum Brandverhalten von Baustoffen/Bauprodukten deutlich mehr und nach deutscher Norm bisher nicht bekannte Klassen enthält, wie in Tabelle 1 dargestellt.

In Tabelle 1 sind die Baustoffklassen nach DIN 4102-1 bzw. nach DIN EN 13501-1 direkt gegenübergestellt. Diese Gegenüberstellung macht auf einen weiteren wichtigen Aspekt aufmerksam, dass nämlich die Klassen nach deutscher bzw. europäischer Norm wegen unterschiedlicher/zusätzlicher Prüfverfahren nicht vollständig vergleichbar sind.

Besonders eindrucksvoll lässt sich dies veranschaulichen an der Baustoffklasse A2. Ein Bauprodukt, das nach DIN EN 13501-1 in der europäischen Klasse A2 eingestuft ist, ist nur dann ein nichtbrennbarer Baustoff (ähnlich der Klasse A2 nach DIN 4102-1), wenn gleichzeitig die Kriterien „Rauchentwicklung“ und „Brennendes Abtropfen“ mit s1 bzw. d0 klassifiziert sind. Sobald auch nur eines dieser Kriterien mit s2, s3, d1 oder d2 eingestuft ist, handelt es sich nach europäischer Klassifizierung bereits um ein schwerentflammbares Bauprodukt!

**Tabelle 1: Zuordnung der Klassen zum Brandverhalten von Baustoffen/Bauprodukten\* gemäß DIN 4102-1 bzw. DIN EN 13501-1**

Bauaufsichtliche Anforderungen	Zusatzanforderungen		Europäische Baustoffklasse nach DIN EN 13501-1	Deutsche Baustoffklasse nach DIN 4102-1
	keine Rauchentwicklung	kein brennendes Abtropfen/Abfallen		
nichtbrennbar ohne Anteile von brennbaren Baustoffen	x	x	A1	A1
nichtbrennbar mit Anteilen von brennbaren Baustoffen	x	x	A2 - s1 d0	A2
schwerentflammbar	x	x	B, C - s1 d0	B1
		x	A2, B, C - s2 d0	
		x	A2, B, C - s3 d0	
	x	x	A2, B, C - s1 d1	
		x	A2, B, C - s1 d2	
		x	A2, B, C - s3 d2	
		x	A2, B, C - s3 d2	
normalentflammbar	x	x	D - s1 d0	B2
		x	D - s2 d0	
		x	D - s3 d0	
	x	x	D - s1 d2	
		x	D - s2 d2	
		x	D - s3 d2	
		x	E	
		x	E - d2	
leichtentflammbar			F	B3
			F	

\* ohne Bodenbeläge

## 8.2 Ermittlung bzw. Nachweis der Baustoffklassen

### a) durch Brandversuche

Im Rahmen der deutschen Norm wird die Baustoffklasse auf der Grundlage von Prüfungen nach DIN 4102-1 ermittelt und z. B. durch eine Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) nachgewiesen.

Baustoffe, die unter den Begriff Bauprodukt nach den Landesbauordnungen fallen und die zwar die allgemeinen Anforderungen an die jeweilige Baustoffklasse erfüllen, - für deren Klassifizierung jedoch die Prüfergebnisse nach obiger Norm allein nicht ausreichen (siehe DIN 4102-1, Abs. 5.1.2.1, 5.2.2.1 und 6.1.2.1) oder

- bei denen jedoch die Voraussetzungen für die Klassifizierung durch Ergebnisse aus zusätzlichen Prüfungen nach anderen Prüfverfahren erfüllt werden sollen, bedürfen zusätzlicher Beurteilungen bzw. Nachweise (vgl. 3. Allgemeines).

Alternativ kann im Rahmen der europäischen Norm die „Baustoffklasse“ auf der Grundlage von Prüfungen ermittelt werden und die Klassifizierung nach DIN EN 13501-1 erfolgen, vorausgesetzt, dass für das zu prüfende Bauprodukt bereits eine europäische Produktnorm existiert.

### b) ohne Brandversuche

Wenn der zu klassifizierende Baustoff in DIN 4102-4 unter „Klassifizierte Baustoffe“ aufgeführt ist, kann er ohne weitere Brandprüfungen und Nachweise in die dort angegebene Baustoffklasse eingeordnet werden.

Auf europäischer Ebene gibt es keinen dem Teil 4 der DIN 4102 entsprechenden Bauprodukt-Katalog. Allerdings ist eine Reihe von Bauprodukten, z. B. Gipskartonplatten nach DIN EN 520, über die betreffende Produktnorm auf Basis der DIN EN 13501-1 brandschutztechnisch klassifiziert. Auch in diesen Fällen können die jeweiligen Produkte ohne weitere Brandprüfungen und Nachweise in die dort angegebenen Klassen eingestuft werden.

### 8.4 Brandschutztechnische Klassifizierung von Bauteilen bzw. Bauarten (Feuerwiderstandsklassen)

#### a) Deutsche Norm DIN 4102

Das Brandverhalten von Bauteilen wird durch Feuerwiderstandsklassen beschrieben, die aus Brandprüfungen der Bauteile, z. B. nach DIN 4102-2 oder anderen Teilen der Norm DIN 4102, ermittelt werden. Die Klassifizierung enthält drei Angaben:

- einen Buchstaben zur Beschreibung der Art des klassifizierten Bauteils, z. B. ein „F“ für tragende und raumabschließende Wände, Decken, Stützen, Unterzüge u. a. sowie für nichttragende Innenwände oder z. B. ein „S“ für Kabelabschottungen, die zu Sonderbauteilen nach DIN 4102-9 gehören, usw.
- die Feuerwiderstandsdauer in Minuten, d. h. die Mindestdauer in Minuten, während der das im Brandversuch geprüfte Bauteil die z. B. nach DIN 4102-2 gestellten Anforderungen erfüllt (mindestens 30, 60, 90, 120 oder 180 Min.),
- eine Kennzeichnung zum Brandverhalten (Baustoffklasse) der im Bauteil enthaltenen „wesentlichen“ Baustoffe mit A bzw. AB bzw. B.

Aus diesen drei Angaben ergeben sich die in DIN 4102-2 definierten Feuerwiderstandsklassen für Bauteile bzw. die zugehörigen Kurzbezeichnungen, die in der hier wiedergegebenen Tabelle 2 aufgeführt und gleichzeitig den „bauaufsichtlichen Anforderungen“ gegenübergestellt sind.

Diese bauaufsichtlichen Anforderungen an die Feuerwiderstandsfähigkeit von Bauteilen ergeben sich aus den Regelungen der Landesbauordnungen zu Wänden, Decken und Dächern und sind auch in der Verwaltungsvorschrift technische Baubestimmungen in Anhang 4 mit aufgenommen.

**Tabelle 2: Feuerwiderstandsklassen von Bauteilen nach DIN 4102-2 und ihre Zuordnung zu den bauaufsichtlichen Anforderungen\***

Bauaufsichtliche Anforderungen	Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102-2	Kurzbezeichnung nach DIN 4102-2
feuerhemmend	Feuerwiderstandsklasse F 30	<b>F 30-B</b>
	Feuerwiderstandsklasse F 30 und in den wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen	<b>F 30-AB</b>
feuerhemmend und aus nichtbrennbaren Baustoffen	Feuerwiderstandsklasse F 30 und aus nichtbrennbaren Baustoffen	<b>F 30-A</b>
hochfeuerhemmend	Feuerwiderstandsklasse F 60 und in den wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen	<b>F 60-AB</b>
	Feuerwiderstandsklasse F 60 und aus nichtbrennbaren Baustoffen	<b>F 60-A</b>
feuerbeständig	Feuerwiderstandsklasse F 90 und in den wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen	<b>F 90-AB</b>
feuerbeständig und aus nichtbrennbaren Baustoffen	Feuerwiderstandsklasse F 90 und aus nichtbrennbaren Baustoffen	<b>F 90-A</b>
	Feuerwiderstandsklasse F 120 und aus nichtbrennbaren Baustoffen	<b>F 120-A</b>
	Feuerwiderstandsklasse F 180 und aus nichtbrennbaren Baustoffen	<b>F 180-A</b>

\* (Auszug aus DIN 4102-2, Tabelle 2)

Im Teil 4 der DIN 4102 sind zahlreiche Konstruktionen bzw. Bauteile aufgelistet, die ohne weitere Nachweise in die dort angegebenen Feuerwiderstandsklassen eingestuft werden können. Bauteile, die auf Basis der DIN 4102 nicht hinreichend beurteilt werden können, bedürfen eines gesonderten Nachweises durch

- eine allgemeine Bauartgenehmigung oder
- ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (ABP) oder
- eine vorhabenbezogene Bauartgenehmigung.

## b) Europäische Norm DIN EN 13501

Ähnlich wie bei der Klassifizierung des Brandverhaltens von Baustoffen/Bauprodukten ist auch die Klassifizierung des Brandverhaltens von Bauteilen/Bauarten nach europäischer Norm DIN EN 13501, Teile 2 und 3 komplexer als nach der deutschen Norm DIN 4102-2. Auch hier bestehen die Klassifizierungen aus Buchstaben und Zahlenangaben, wobei die Buchstaben die Beurteilungskriterien kennzeichnen und die Zahlen die Feuerwiderstandsdauer in Minuten angeben. Dabei werden im europäischen Klassifizierungssystem mehr Zeitintervalle berücksichtigt: 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180 und 240 Minuten.

Eine zusätzliche Angabe zum Brandverhalten der im beurteilten Bauteil enthaltenen Baustoffe/Bauprodukte ist in den europäischen Klassen nicht vorgesehen. Ausgehend hierzu müssten durch zusätzliche Beurteilungen auf Basis der DIN EN 13501-1 erhalten werden. Andererseits können die europäischen Feuerwiderstandsklassen aber weitere Kürzel enthalten, die zusätzliche Angaben zu den Klassifizierungskriterien beschreiben.

Die wichtigsten europäischen Klassifizierungskriterien und zusätzlichen Angaben dazu sowie die zugehörigen Buchstabenkürzel sind in Tabelle 3 aufgeführt, die ihrerseits einen Auszug aus der entsprechenden Tabelle des Anhang 4 zur MVV TB (vgl. Angabe in der Tabellen-Überschrift) darstellt.

Durch Kombination verschiedener Klassifizierungskriterien miteinander sowie mit zusätzlichen Angaben und mit den zugehörigen Feuerwiderstandsdauern ergibt sich eine Vielzahl europäischer Feuerwiderstandsklassen, die in dieser Bandbreite im nationalen Klassifizierungssystem für Bauteile nicht bekannt ist. Tabelle 4 enthält eine Reihe ausgewählter Bauteile und Sonderbauteile mit zugeordneten Feuerwiderstandsklassen nach DIN EN 13501, Teile 2 und 3 und ihre Zuordnung zu den bauaufsichtlichen Anforderungen, die sich aus den Regelungen der Landesbauordnungen ergeben. Gleichzeitig sind zur „vergleichenden“ Gegenüberstellung Angaben zu den Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102 mit aufgenommen.

**Bitte beachten Sie, dass eine vollständige Vergleichbarkeit der Feuerwiderstandsklassen nach europäischer bzw. deutscher Norm wegen unterschiedlicher Prüf- bzw. Beurteilungskriterien nicht möglich ist! Die in Tabelle 4 vorgenommene Gegenüberstellung dient daher nur zur Orientierung!**

**Tabelle 3: Europäische Klassifizierungskriterien zum Feuerwiderstand von Bauteilen bzw. Bauarten nach DIN EN 13501-2 und DIN EN 13501-3\***

Herleitung des Kurzzeichen	Kriterium	Anwendungsbereich
<b>R</b> (Résistance)	Tragfähigkeit	zur Beschreibung der Feuerwiderstandsfähigkeit
<b>E</b> (Étanchéité)	Raumabschluss	
<b>I</b> (Isolation)	Wärmedämmung (unter Brandeinwirkung)	
<b>W</b> (Radiation)	Begrenzung des Strahlungsdurchtritts	
<b>M</b> (Mechanical)	Mechanische Einwirkung auf Wände (Stoßbeanspruchung)	
S200 (Smokemax. leakage rate)	Begrenzung der Rauchdurchlässigkeit (Dichtheit, Leckrate), erfüllt die Anforderungen sowohl bei Umgebungstemperatur als auch bei 200 °C	Rauchschutzabschlüsse (als Zusatzanforderung auch bei Feuerschutzabschlüssen)
C... (Closing)	selbstschießende Eigenschaft (ggf. mit Anzahl der Lastspiele) einschließlich Dauerfunktion	Rauchschutztüren, Feuerschutzabschlüsse (einschließlich Abschlüsse für Förderanlagen)
P	Aufrechterhaltung der Energieversorgung und/oder Signalübermittlung	Elektrische Kabelanlagen allgemein
G	Rußbrandbeständigkeit	Schornsteine
K1, K2	Brandschutzvermögen	Wand- und Deckenbekleidungen (Brandschutzbekleidungen)
I1, I2	unterschiedliche Wärmedämmungskriterien	Feuerschutzabschlüsse (einschließlich Abschlüsse für Förderanlagen)
i -> o i <- o i <-> o (in - out)	Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer	Nichttragende Außenwände, Installationsschächte/-kanäle, Lüftungsanlagen/-klappen
a <-> b (above - below)	Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer	Unterdecken
ve, ho (vertical, horizontal)	für vertikalen/horizontalen Einbau klassifiziert	Lüftungsleitungen, Brandschutzklappen, Entrauchungsleitungen

\* (Auszug aus Anlagentabelle des Anhang 4 der MVV TB, Ausgabe 2017/1)

**Außerdem gilt, dass mit den europäischen Prüf- und Klassifizierungsnormen zum Brandverhalten von Bauteilen/Bauarten, die gleichberechtigt neben der deutschen Norm DIN 4102 gültig sind, zwar europäisch geprüft und klassifiziert werden kann, die Verwendbarkeit aber nach wie vor national geregelt ist!**

Die einerseits gleichzeitige Gültigkeit nationaler und europäischer Normen zur Klassifizierung und Prüfung des Brandverhaltens von Bauteilen/Bauarten und ihrer andererseits unterschiedlichen Bedeutung hinsichtlich Prüfkriterien, Nachweisführung und Verwendbarkeit machen es erforderlich, dass insbesondere in der Koexistenzphase beider Klassifizierungssysteme Ausschreibungen eindeutige Formulierungen enthalten müssen.

### 8.5 Vorbeugender Brandschutz

Der vorbeugende Brandschutz umfasst Maßnahmen zur Verhinderung eines Brandausbruchs und einer Brandausbreitung sowie zur Sicherung der Rettungswege und schafft Voraussetzungen für einen wirkungsvollen abwehrenden Brandschutz.

### 8.6 Brandabschnitt

Der Brandabschnitt ist der Teil eines Gebäudes oder einer Gebäudegruppe, der durch Wände und/oder Decken begrenzt ist, für die bestimmte Anforderungen gelten.

### 8.7 Brandwände

Brandwände sind Wände zur Trennung oder Abgrenzung von Brandabschnitten. Sie sind dazu bestimmt, die Ausbreitung von Feuer auf andere Gebäude oder Gebäudeabschnitte zu verhindern.

Brandwände werden im Teil 3 der DIN 4102 behandelt und müssen den in den Abschnitten 4.2.1 bis 4.2.4 dieser Norm genannten Anforderungen genügen, es sei denn, dass sie gemäß Abschnitt 4.2.5 eine höhere Feuerwiderstandsdauer aufgrund besonderer bauaufsichtlicher Bestimmungen aufweisen müssen. Zu den Anforderungen an Brandwände heißt es (auszugsweise) in DIN 4102-3:

• **Abschnitt 4.2.1:**

Brandwände müssen aus Baustoffen der Klasse A nach DIN 4102, Teil 1 bestehen.

• **Abschnitt 4.2.2:**

Brandwände müssen die Forderungen der Abschnitte 4.2.3 und 4.2.4 ohne Anordnung von Bekleidungen erfüllen.

• **Abschnitt 4.2.3:**

Brandwände müssen bei mittiger und ausmittiger Belastung die Anforderungen mindestens der Feuerwiderstandsklasse F 90 nach DIN 4102, Teil 2 erfüllen.

• **Abschnitt 4.2.4:**

Brandwände müssen bei den Prüfungen nach Abschnitt 4.3.3 unter der dort definierten Stoßbeanspruchung standsicher und raumabschließend im Sinne von DIN 4102, Teil 2 bleiben.

### 9. Mitgeltende Richtlinien

- Rechtsgrundlagen für die Erteilung allgemeiner bauaufsichtlicher (baurechtlicher) Zulassungen
- Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie MLAR
- Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie MLüAR
- Muster-Systemböden-Richtlinie MSysBöR

**Tabelle 4: Feuerwiderstandsklassen ausgewählter Bauteile und Sonderbauteile nach DIN EN 13501-2 und DIN EN 13501-3 und ihre Zuordnung zu den bauaufsichtlichen Anforderungen\***

(Zur Gegenüberstellung sind die Feuerwiderstandsklassen nach der alten DIN 4102 in den eckigen Klammern [x] angegeben)

Bauaufsichtliche Anforderungen	Tragende Bauteile		Nichttragende Innenwände	Nichttragende Außenwände	Selbständige Unterdecken	Feuerschutzabschlüsse <sup>1)</sup>	Installations-schächte und -kanäle (I-Kanäle)	Elektrische Leitungsanlagen mit Funktions-erhalt (E-Kanäle)
	ohne Raumabschluss	mit Raumabschluss						
feuerhemmend	R 30 [F 30]	REI 30 [F 30]	EI 30 [F 30]	E 30 (i->o) und EI 30-ef (i<-o)	EI 30 (a->b) EI 30 (a<-b) EI 30 (a<->b)	EI <sub>2</sub> 30-C...	EI 30 (v <sub>e</sub> h <sub>o</sub> i<->o)	P 30 [E 30]
hochfeuerhemmend	R 60 [F 60]	REI 60 [F 60]	EI 60 [F 60]	E 60 (i->o) und EI 60-ef (i<-o)	EI 60 (a->b) EI 60 (a<-b) EI 60 (a<->b)	EI <sub>2</sub> 60-C...	EI 60 (v <sub>e</sub> h <sub>o</sub> i<->o)	P 60 [E 60]
feuerbeständig	R 90 [F 90]	REI 90 [F 90]	EI 90 [F 90]	E 90 (i->o) und EI 90-ef (i<-o)	EI 90 (a->b) EI 90 (a<-b) EI 90 (a<->b)	EI <sub>2</sub> 90-C...	EI 90 (v <sub>e</sub> h <sub>o</sub> i<->o)	P 90 [E 90]
Feuerwiderstandsfähigkeit 120 Minuten	R 120 [F 120]	REI 120 [F 120]	-	-	-	-	-	-
Brandwand	-	REI 90-M	EI 90-M	-	-	-	-	-

\* (Auszug aus Tabellen 1 und 2 der Anlage 0.1.2 zur Bauregelliste A, Teil 1, Ausgabe 2015/2)

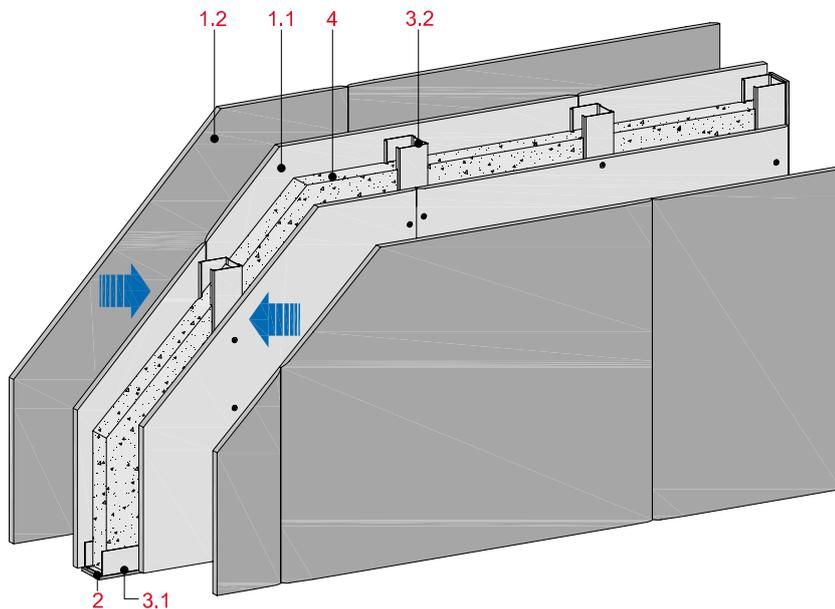
<sup>1)</sup> auch in Förderanlagen, ohne Rauchschutz

ef = Außenbrandkurve

# Ertüchtigung

... von Einfachständerwänden und Schachtwänden von F 0 auf F 30-A

## Brandschutztechnische Ertüchtigung auf F 30-A



## Systemaufbau

- 1.1 vorhandene Beplankung
- 1.2 zusätzliche Beplankung
- 2 Anschlussdichtung
- 3.1 UW-Wandprofile
- 3.2 CW-Wandprofile
- 4 Mineralwolle gemäß Verwendbarkeitsnachweis der vorhandenen Wand

## Voraussetzung

- Die vorhandene zu ertüchtigende Montagewand muss an Bauteilen F 30 angeschlossen sein.
- Die Unterkonstruktion muss aus CW-Wandprofilen (Ständerabstand  $\leq 625$  mm) und UW-Anschlussprofilen  $\geq 0,6$  mm Dicke bestehen und die Anforderungen nach DIN 4103-1 sowie DIN 18183 erfüllen.
- Die 1. Lage der vorhandenen Metall-Einfachständerwand muss mindestens mit Gipsplatten 12,5 mm gemäß DIN 18180 beplankt sein.
- In den Montagewänden können mindestens B2-klassifizierte Dämmstoffe,  $d \geq 40$  mm, eingebaut sein.

## Allgemeine Hinweise

Die Befestigung der zusätzlichen Beplankungen (zur Ertüchtigung) erfolgt gemäß DIN 18182-2 z. B. mit Rigips Schnellbauschrauben TN immer in den CW-Ständern.

Die VARIO-Plattenfugen können auch ohne Bewehrungsstreifen mit VARIO Fugenspachtel verspachtelt werden. Grundsätzlich sind alle Beplankungslagen zu verspachteln.

## Montagewand - Ertüchtigung auf einer Wandseite

### Ertüchtigung von F 0 auf F 30-A

Beplankung der vorhandenen Wand je Wandseite

#### F 0

1 x Bauplatte (GKB) 12,5 mm

Brandschutztechnische Ertüchtigung mit einer einseitigen zusätzlichen Beplankung auf F 30

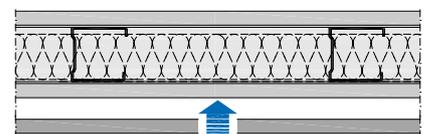
$\geq 1$  x Rigips Feuerschutzplatte RF 12,5 mm

$\geq 1$  x Rigips Die Dicke 20 RF

$\geq 1$  x Rigips Die Leichte 25

$\geq 1$  x Rigips Glasroc F 15

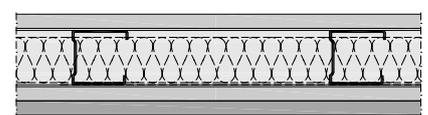
### Skizze



### Zulässige Wandhöhen - beidseitige Einfachbeplankung

Beplankung mm	Rigips Wandprofile	Ständerabstand mm	Wandhöhe mm
1 x 12,5	CW 50	625	3.150 <sup>1)</sup>
1 x 12,5	CW 75	625	4.000
1 x 12,5	CW 100	625	5.100

### Skizze



<sup>1)</sup> Wert gilt nur für Einbaubereich 1

## Montagewand – Ertüchtigung auf beiden Wandseiten

### Ertüchtigung von F 0 auf F 30-A

Beplankung der vorhandenen  
Wand je Wandseite

**F 0**

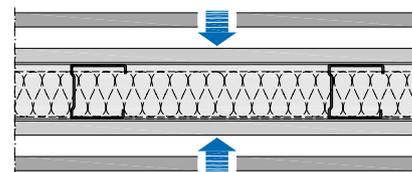
1 x Bauplatte (GKB) 12,5 mm

Brandschutztechnische Ertüchtigung mit  
einer beidseitigen Beplankung je Seite

**auf F 30**

≥ 1 x Rigips Bauplatte RB 12,5 mm

### Skizze

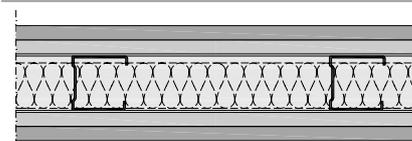


### Zulässige Wandhöhen – beidseitige Einfachbeplankung

Beplankung mm	Rigips Wandprofile	Ständerabstand mm	Wandhöhe mm
2 x 12,5	CW 50	625	4.000
2 x 12,5	CW 75	625	5.000 <sup>1)</sup>
2 x 12,5	CW 100	625	5.000 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Maximal zulässige Wandhöhen sind aus brandschutztechnischen Gründen auf 5.000 mm begrenzt

### Skizze



## Vorsatzschale/Schachtwand – Ertüchtigung auf einer Wandseite

### Ertüchtigung von F 0 auf F 30-A

Beplankung der vorhandenen  
Wand je Wandseite

**F 0**

1 x Bauplatte (GKB) 12,5 mm

1 x Feuerschutzplatte RF 12,5 mm

1 x Die Dicke 20 RF

Brandschutztechnische Ertüchtigung mit  
einer einseitigen zusätzlichen Beplankung

**auf F 30**

≥ 2 x Rigips Feuerschutzplatte RF 12,5 mm

≥ 1 x Rigips Die Dicke 25 RF

≥ 1 x Rigips Glasroc F 20

≥ 1 x Rigips Feuerschutzplatte RF 12,5 mm

≥ 1 x Rigips Die Dicke 20 RF

≥ 1 x Rigips Die Leichte 25

≥ 1 x Rigips Glasroc F 15

≥ 1 x Rigips Bauplatte RB

### Skizze



### Zulässige Wandhöhen – einseitige Doppelbeplankung

Beplankung mm	Rigips Wandprofile	Ständerabstand mm	Wandhöhe mm
2 x 12,5	CW 50	625	2.950 <sup>1)</sup>
2 x 12,5	CW 75	625	3.200
2 x 12,5	CW 100	625	4.000

<sup>1)</sup> Wert gilt nur für Einbaubereich 1

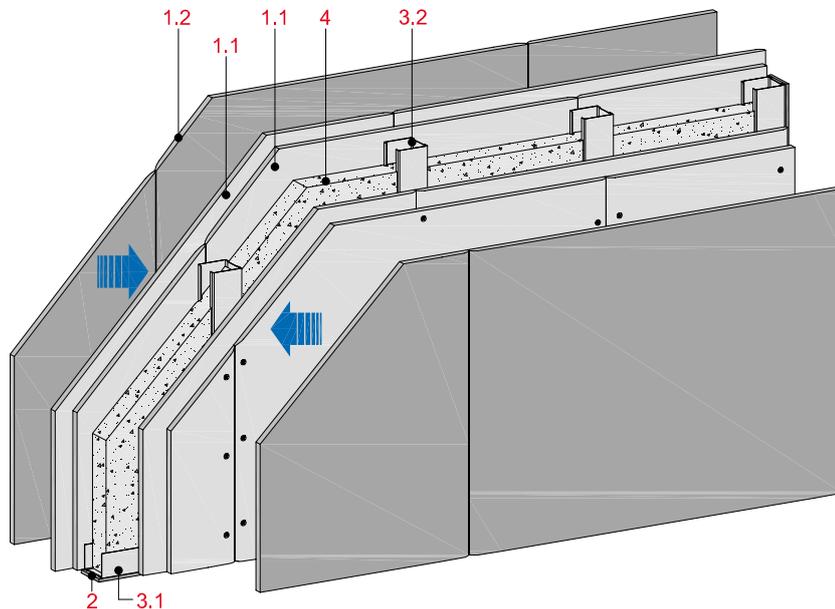
### Skizze



# Ertüchtigung

... von Einfachständerwänden und Schachtwänden von F 30 auf F 60-A, F 90-A oder F 120-A

## Brandschutztechnische Ertüchtigung bis F 120-A



## Systemaufbau

- 1.1 vorhandene Beplankung
- 1.2 zusätzliche Beplankung
- 2 Anschlussdichtung
- 3.1 UW-Wandprofile
- 3.2 CW-Wandprofile
- 4 Mineralwolle gemäß Verwendbarkeitsnachweis der vorhandenen Wand

## Voraussetzung

- Die vorhandene, brandschutztechnisch als mindestens F 30-Wand klassifizierte und zu ertüchtigende Montagewand muss mindestens an Bauteilen, die der gleichen neu zu erreichenden Feuerwiderstandsklasse entsprechen, angeschlossen sein.
- Die Unterkonstruktion muss aus CW-Wandprofilen (Ständerabstand  $\leq 625$  mm) und UW-Anschlussprofilen  $\geq 0,6$  mm Dicke bestehen und die Anforderungen nach DIN 4103-1 sowie DIN 18183 erfüllen.
- Die 1. Lage der vorhandenen Metall-Einfachständerwand muss mindestens mit Gipsplatten 12,5 mm gemäß DIN 18180 beplankt sein.
- In den Montagewänden können mindestens B2-klassifizierte Dämmstoffe,  $d \geq 40$  mm, eingebaut sein.

## Allgemeine Hinweise

Die Befestigung der zusätzlichen Beplankungen (zur Ertüchtigung) erfolgt gemäß DIN 18182-2 z. B. mit Rigips Schnellbauschrauben TN immer in den CW-Ständern.

Die VARIO-Plattenfugen können auch ohne Bewehrungsstreifen mit Rigips VARIO Fugenspachtel verspachtelt werden. Grundsätzlich sind alle Beplankungslagen zu verspachteln.

## Montagewand – Ertüchtigung auf einer Wandseite

### Ertüchtigung von F 30 auf F 60-A

Beplankung der vorhandenen Wand je Wandseite

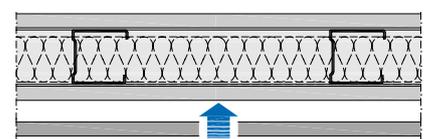
#### F 30

1 x Feuerschutzplatte (GKF) 12,5 mm

Brandschutztechnische Ertüchtigung mit einer einseitigen zusätzlichen Beplankung auf F 60

$\geq 2$  x Rigips Bauplatte RB 12,5 mm  
 $\geq 1$  x Rigips Die Dicke 20 RF  
 $\geq 1$  x Rigips Glasroc F 15

### Skizze



### Ertüchtigung von F 30 auf F 90-A

Beplankung der vorhandenen Wand je Wandseite

#### F 30

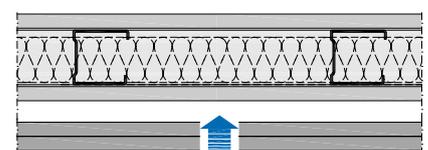
1 x Feuerschutzplatte (GKF) 12,5 mm

2 x Bauplatte (GKB) 12,5 mm

Brandschutztechnische Ertüchtigung mit einer einseitigen zusätzlichen Beplankung auf F 90

$\geq 2$  x Rigips Feuerschutzplatte RF 12,5 mm  
 $\geq 1$  x Rigips Die Dicke 25 RF  
 $\geq 1$  x Rigips Glasroc F 20  
 $\geq 2$  x Rigips Feuerschutzplatte RF 12,5 mm  
 $\geq 1$  x Rigips Die Dicke 20 RF  
 $\geq 1$  x Rigips Glasroc F 15

### Skizze



## Montagewand – Ertüchtigung auf beiden Wandseiten

### Ertüchtigung von F 30 auf F 60-A

Beplankung der vorhandenen Wand je Wandseite

**F 30**

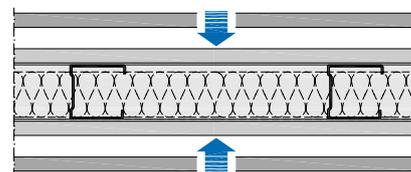
1 x Feuerschutzplatte (GKF) 12,5 mm

Brandschutztechnische Ertüchtigung mit einer beidseitigen zusätzlichen Beplankung

**auf F 60**

≥ 1 x Rigips Bauplatte RB 12,5 mm

### Skizze



### Ertüchtigung von F 30 auf F 90-A

Beplankung der vorhandenen Wand je Wandseite

**F 30**

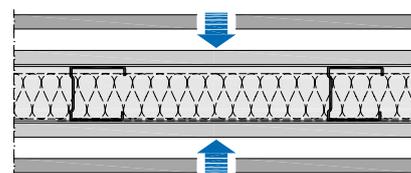
1 x Feuerschutzplatte (GKF) 12,5 mm  
2 x Rigips Bauplatte (GKB) 12,5 mm

Brandschutztechnische Ertüchtigung mit einer beidseitigen zusätzlichen Beplankung

**auf F 90**

≥ 1 x Rigips Feuerschutzplatte RF 12,5 mm  
≥ 1 x Rigips Feuerschutzplatte RF 12,5 mm

### Skizze



### Ertüchtigung von F 30 auf F 120-A

Beplankung der vorhandenen Wand je Wandseite

**F 30**

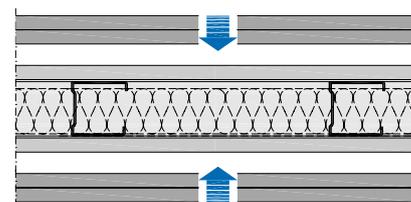
1 x Feuerschutzplatte (GKF) 12,5 mm  
  
2 x Bauplatte (GKB) 12,5 mm

Brandschutztechnische Ertüchtigung mit einer beidseitigen zusätzlichen Beplankung

**auf F 120**

≥ 2 x Rigips Feuerschutzplatte RF 12,5 mm  
≥ 1 x Rigips Die Dicke 20 RF  
≥ 1 x Rigips Glasroc F 20  
≥ 1 x Rigips Feuerschutzplatte RF 18 mm  
≥ 1 x Rigips Die Dicke 20 RF  
≥ 1 x Rigips Glasroc F 20  
≥ 1 x Rigips Feuerschutzplatte RF 12,5 mm  
≥ 1 x Rigips Glasroc F 15

### Skizze

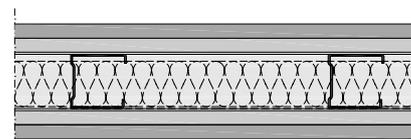


### Zulässige Wandhöhen – beidseitige Doppelbeplankung

Beplankung mm	Rigips Wandprofile	Ständerabstand mm	Wandhöhe mm
2 x 12,5	CW 50	625	4.000
2 x 12,5	CW 75	625	5.000 <sup>1)</sup>
2 x 12,5	CW 100	625	5.000 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Maximal zulässige Wandhöhen sind aus brandschutztechnischen Gründen auf 5.000 mm begrenzt

### Skizze

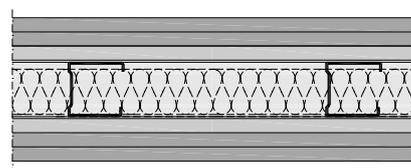


### Zulässige Wandhöhen – beidseitige Dreifachbeplankung

Beplankung mm	Rigips Wandprofile	Ständerabstand mm	Wandhöhe mm
3 x 12,5	CW 50	625	5.000 <sup>1)</sup>
3 x 12,5	CW 75	625	5.000 <sup>1)</sup>
3 x 12,5	CW 100	625	5.000 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Maximal zulässige Wandhöhen sind aus brandschutztechnischen Gründen auf 5.000 mm begrenzt

### Skizze







<b>Schallschutz</b>	
Anforderungen an den Schallschutz	22
Schallschutzbegriffe	23
Schalldämmung mit Trennwänden von RIGIPS	25
Rechenverfahren des Luftschallschutzes nach DIN 4109-2	26
Ermittlung des resultierenden Schalldämm-Maßes $R'_w$ oder $L'_{n,w}$	28
Erforderliche Luftschalldämmung	31
Erforderliche Schalldämmung	32
Einfluss flankierender Bauteile	34

Damit Bauteile entsprechend ihrer Nutzung einen Mindest- oder erhöhten Schallschutz bieten, sind entsprechende Anforderungen in Normen und Richtlinien definiert.

Die zentrale Norm in diesem Zusammenhang ist die **DIN 4109**, „**Schallschutz im Hochbau**“. Wenn der Schallschutz festgelegt oder beurteilt werden soll, wird sie routinemäßig herangezogen.

Nach langjähriger Beratung wurde im Juli 2016 eine rundum überarbeitete Fassung der DIN 4109, „Schallschutz im Hochbau“, herausgegeben. **DIN 4109-1:2018-01** regelt die Mindestanforderungen an den Schallschutz.

Bei neuen Gebäuden liegen die Erwartungen an den Schallschutz und die Schalldämmung in der Regel höher als in der DIN 4109-1 vorgeschrieben. Daher ist es empfehlenswert, dass Planer oder Architekten die Anforderungen an den Schallschutz im Vorfeld mit den Bauherren besprechen und vertraglich vereinbaren. Zur Festlegung eines erhöhten Schallschutzes enthält die **DIN 4109-5** weiterhin entsprechende Vorschläge.

Die **Teile 31 bis 36** der DIN 4109:2016 übernehmen die Aufgabe eines Bauteilkatalogs.

Darüber hinaus kennt die **DIN 4109-4:2016-07** auch den „Nachweis der Eignung der Bauteile“ mit bauakustischen Messungen. Die bauakustischen Eigenschaften von Bauteilen und Konstruktionen können durch Messungen in Prüfständen ermittelt werden.

## ! Rigips Hinweis

Die erste Norm zur Schalldämmung kam 1938 mit der DIN 4110 – Technische Bestimmungen für die Zulassung neuer Bauweisen – heraus. Als Richtlinie für den Schallschutz im Hochbau wurde im April 1944 die erste DIN 4109 veröffentlicht. Nach einem Entwurf im Jahr 1952 gab es 1962 einen Weißdruck. 1989 folgte die aktualisierte DIN 4109:1989-11, „Schallschutz im Hochbau – Anforderungen“. Im Juli 2016 wurde eine Neuauflage der DIN 4109, bestehend aus 9 Teilen, veröffentlicht.

## Anforderungen an den Schallschutz

### **DIN 4109-1:2018-01**

- Bauaufsichtlich eingeführte (Mindest-)Anforderungen, die in jedem Fall einzuhalten sind

### **DIN 4109-5**

- Vorschläge für erhöhten Schallschutz, welche vertraglich zu vereinbaren sind

### **VDI-Richtlinie 4100**

- 3-stufiges Konzept mit Empfehlungen für erhöhten Schallschutz, welches als Grundlage für vertragliche Vereinbarungen herangezogen werden kann

### **DEGA-Empfehlung 103**

- Mehrstufiges Bewertungskonzept für den Schallschutz eines Gebäudes und Planungsinstrument für erhöhten Schallschutz

## ... in Anlehnung an DIN 4109 und mitgeltende Normen

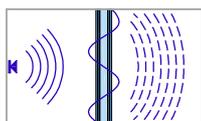
### Schall

Schall sind mechanische Schwingungen und Wellen eines elastischen Mediums. Der Frequenzbereich des menschlichen Hörens bewegt sich zwischen ca. 16 Hz bis 16.000 Hz.

In DIN 4109 wird unterschieden nach:

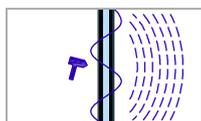
#### • Luftschall

Luftschall ist der sich in der Luft ausbreitende Schall.



#### • Körperschall

Körperschall ist der sich in festen Stoffen ausbreitende Schall.



#### • Trittschall

Trittschall ist der Schall, der beim Begehen und bei ähnlicher Anregung einer Decke, Treppe o. ä. als Körperschall entsteht und teilweise als Luftschall in einen darunterliegenden oder anderen Raum abgestrahlt wird.



### Schallschutz

Unter Schallschutz werden einerseits Maßnahmen gegen die Schallentstehung (Primär-Maßnahmen) und andererseits Maßnahmen, die die Schallübertragung von einer Schallquelle zum Hörer vermindern (Sekundär-Maßnahmen), verstanden.

Bei den **Sekundär-Maßnahmen** für den Schallschutz muss unterschieden werden, ob sich Schallquelle und Hörer in verschiedenen Räumen oder in demselben Raum befinden. Im ersten Fall wird Schallschutz hauptsächlich durch **Schalldämmung**, im zweiten Fall durch Schallabsorption und -reflektion (Raumakustik) erreicht.

Bei der Schalldämmung unterscheidet man je nach der Art der Schwingungsanregung der Bauteile zwischen Luftschalldämmung und Körperschalldämmung. Unter Körperschalldämmung versteht man Maßnahmen, die geeignet sind, Schwingungsübertragungen von einem Bauteil zum anderen zu vermindern.

Besonders wichtige Fälle der Körperschalldämmung sind der Schutz gegen Anregung durch Trittschall – die Trittschalldämmung – und die Körperschalldämmung, z. B. von Sanitärgegenständen gegenüber dem Baukörper.

#### Flankierende Bauteile

Bauteile, die zusätzlich zu dem raumtrennenden Element an der Schallübertragung beteiligt sind und die im Allgemeinen senkrecht zum Trennelement stehen, z. B. Decke, Fußboden, linke und rechte Seitenwand.

#### Flankenübertragung

Die Flankenübertragung ist Teil der Nebenwegübertragung, die ausschließlich über die angrenzenden flankierenden Bauteile erfolgt, d. h. unter Ausschluss der Übertragung durch Undichtheiten, Raumluftanlagen, Leitungen und Ähnliches.

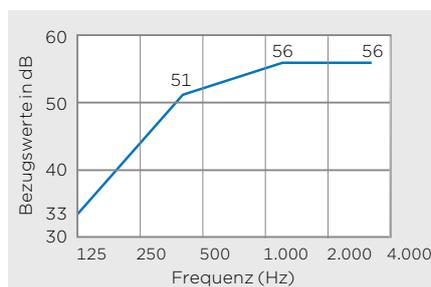
### Schalldämmung

Die Schalldämmung beschreibt die Minderung der Schallübertragung zwischen Räumen (oder zwischen dem Außenbereich und Räumen) durch Bauteile und durch Maßnahmen an Bauteilen und sonstigen übertragenden Elementen.

#### Bezugskurve

Die Bezugskurve für die Luftschalldämmung ist die Festlegung von Bezugswerten der Schalldämm-Maße  $R$  und  $R'$  in Abhängigkeit von der Frequenz.

#### Diagramm Bezugskurve

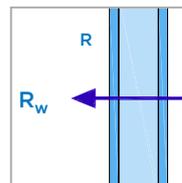


#### Schalldämm-Maß

Das Schalldämm-Maß kennzeichnet die Luftschalldämmung von Bauteilen (z. B. Wänden). Durch Anfügen besonderer Kennzeichnungen und Indizes wird das Schalldämm-Maß unterschieden: Je nachdem, ob der Schall ausschließlich durch das zu prüfende Bauteil (1.) oder auch über etwaige Nebenwege (2.) übertragen wird.

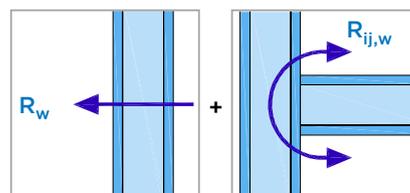
#### Labor-Schalldämm-Maß $R$ (1.)

Das Labor-Schalldämm-Maß  $R$  wird verwendet, wenn der Schall ausschließlich durch das zu prüfende Bauteil übertragen wird, z. B. in einem Prüfstand ohne Flankenübertragung nach DIN EN ISO 10140.



#### Bau-Schalldämm-Maß $R'$ (2.)

Das Bau-Schalldämm-Maß  $R'$  wird verwendet bei zusätzlicher Flanken- oder anderer Nebenwegübertragung. Die Prüfungen werden in ausgeführten Bauten mit der dort vorhandenen Flanken- und Nebenwegübertragung vorgenommen.



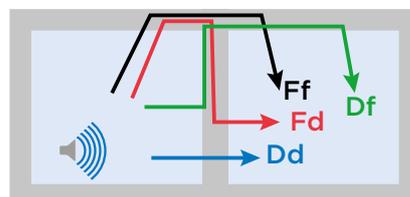
#### Bewertetes Schalldämm-Maß

##### $R_w$ und $R'_{w}$

Die bewerteten Schalldämm-Maße  $R_w$  und  $R'_{w}$  sind die Einzulangaben zur Kennzeichnung der Luftschalldämmung von Bauteilen. Die bewerteten Schalldämm-Maße  $R_w$  und  $R'_{w}$  beruhen auf der Bestimmung des Schalldämm-Maßes mittels Terzfilteranalyse. Zahlenmäßig sind  $R_w$  und  $R'_{w}$  die Werte der entsprechend DIN EN ISO 717-1 um ganze dB verschobenen Bezugskurve bei 500 Hz.

##### Bewertetes Flankendämm-Maß $R_{ij,w}$

Einzulangabe des Schalldämm-Maßes für die flankierende Übertragung auf dem Übertragungsweg  $ij$ , bei welchem das Bauteil  $i$  im Senderraum angeregt und über das Bauteil  $j$  im Empfangsraum Schallleistung abgestrahlt wird. Die über einen Flankenweg übertragene Schallleistung wird auf die auf das Trennbauteil auftreffende Schallleistung bezogen. Die Indizes  $ij$  stehen verallgemeinernd für die Übertragungswege **Df**, **Fd** und **Ff**. Das bewertete Flankendämm-Maß wird in dB angegeben und nach DIN EN ISO 717-1 ermittelt.



## Bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w}$

Einzahlangabe der auf eine Bezugsabsorptionsfläche von  $A_0 = 10 \text{ m}^2$  bezogenen Schalldruckpegeldifferenz, wenn die Übertragung nur über einen festgelegten Flankenweg (**Ff**) stattfindet. Die bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz wird in dB angegeben und nach DIN EN ISO 717-1 ermittelt.

## Bewertetes Luftschallverbesserungsmaß $\Delta R_w$

Differenz des Schalldämm-Maßes eines Grundbauteils mit Vorsatzkonstruktion (z. B. einer Vorsatzschale, einer Unterdecke oder eines schwimmenden Estrichs) und desselben Grundbauteils ohne diese Vorsatzkonstruktion.

## Bewerteter Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$

Mithilfe einer Bezugskurve ermittelte Einzahlangabe zur Kennzeichnung der Trittschalldämmung in Gebäuden mit zusätzlicher Berücksichtigung der Übertragung über flankierende Bauteile.

## Bewertetes Trittschallverbesserungsmaß $\Delta L$

Die Trittschallminderung  $\Delta L$  ist die Verbesserung des äquivalenten bewerteten Trittschallpegels, die durch das Aufbringen einer Deckenauflage (z. B. Rigidur Estrichelement) oder Unterdecke erreicht wird.

## Maximaler Norm-Schalldruckpegel $L_{AFmax,n}$

Kennzeichnende Größe für die Einwirkung von Störgeräuschen aus Wasserinstallationen und sonstigen gebäudetechnischen Anlagen auf zu schützende Aufenthaltsräume, die mit der Frequenzbewertung A und der Zeitbewertung F (FAST), bezogen auf eine Bezugsabsorptionsfläche  $A_0 = 10 \text{ m}^2$ , gemessen wird.

## Sicherheitsbeiwert $u_{prog}$

Für die Schallschutznachweise der DIN 4109 sind die durchzuführenden Prognoserechnungen zur Berücksichtigung der Unsicherheit mit einem Zu- bzw. Abschlag auf das Endergebnis zu versehen. Diese Zu- bzw. Abschläge entsprechen der Unsicherheit der Prognose und werden als Sicherheitsbeiwert  $u_{prog}$  bezeichnet. Die vereinfachte Ermittlung der Sicherheitsbeiwerte sieht ohne weitere Rechnung einen pauschalen Zu- oder Abschlag auf das Ergebnis der Prognoserechnung vor.

Daraus ergibt sich

- für die Luftschalldämmung von trennenden Bauteilen im Gebäude:

$$R'_w - u_{prog} \geq \text{erf. } R'_w \text{ (dB)}$$

- für die Trittschallübertragung

$$L'_{n,w} + u_{prog} \leq \text{zul. } L'_{n,w} \text{ (dB)}$$

Mit Ausnahme einer Sonderregelung für Türen wird für die Luftschallübertragung im Gebäude und aus der Gebäudeumgebung zum Nachweis der Anforderungen nach DIN 4109-1:2016-07, Tabellen 2-7 als pauschaler Wert  $u_{prog} = 2 \text{ dB}$  angesetzt.

Damit gilt zur Erfüllung der Anforderungen an die **Luftschalldämmung** von trennenden Bauteilen:  **$R'_w - 2 \text{ dB} \geq \text{erf. } R'_w \text{ (dB)}$**

Für die Trittschalldämmung im Massivbau und für massive Decken im Skelettbau (auch für massive Decken in Einfamilien-Doppel- und -Reihenhäusern) und für massive Treppen an massiven ein- und zweischaligen Wänden sowie für die Trittschalldämmung im Holz-, Leicht- und Trockenbau wird als pauschaler Wert  $u_{prog} = 3 \text{ dB}$  angesetzt.

Damit gilt zur Erfüllung der Anforderungen an die **Trittschalldämmung**:

$$L'_{n,w} + 3 \text{ dB} \leq \text{zul. } L'_{n,w} \text{ (dB)}$$

## Gliederung von Schalldämm-Maß-Angaben

### 1. Frequenzabhängig

$R$  = Labor-Schalldämm-Maß

mit Nebenwegen (Flanken, Undichtheiten)  
 $R'$  = Bau-Schalldämm-Maß

Längsleitung  
 $R_{ij}$  = Flankendämm-Maß

Längsleitung  
 $D_{n,f}$  = Norm-Flankenschallpegeldifferenz

### 2. Bewertete Labor-Schalldämm-Maße, Einzahlwerte

$R_w$  = bewerteter Einzahlwert

mit Nebenwegen (Flanken, Undichtheiten)  
 $R'_w$  = bewertetes Bau-Schalldämm-Maß

Längsleitung  
 $R_{ij,w}$  = bewertetes Flankendämm-Maß

Längsleitung  
 $D_{n,f,w}$  = bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz

## Schallschutz

### Bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$

Mithilfe einer Bezugskurve ermittelte Einzahlangabe zur Kennzeichnung des Luftschallschutzes zwischen Räumen in Gebäuden.

**D**: Schalldruckpegeldifferenz, frequenzabhängig.

**$D_{nT}$** : Standard-Schallpegeldifferenz, bezogen auf einen Bezugswert der Nachhallzeit im Empfangsraum, frequenzabhängig.

**$D_{nT,w}$** : bewertete Standard-Schallpegeldifferenz, Einzahlwert.

### Bewerteter Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$

Mithilfe einer Bezugskurve ermittelte Einzahlangabe zur Kennzeichnung des Trittschallschutzes in Gebäuden, basierend auf den Ergebnissen von Messungen in Terz- und Oktavbändern und daraus bestimmten Standard-Trittschallpegeln, Einzahlwert.

### Maximaler Standard-Schalldruckpegel $L_{AFmax,nT}$

Kennzeichnende Größe für die Einwirkung von Störgeräuschen aus Wasserinstallationen und sonstigen gebäudetechnischen Anlagen auf zu schützende Aufenthaltsräume, mit der Frequenzbewertung A und der Zeitbewertung F (FAST), bezogen auf eine Nachhallzeit von  $T_0 = 0,5 \text{ s}$ .



## „In der Ruhe liegt die Kraft“

Um sich zu entspannen und Kraft für die Aufgaben des Alltags zu sammeln, benötigt der Mensch **Ruhe**, ein Gut, das in einer hektischen Zeit mit permanenten Hintergrundgeräuschen von Motoren, Mobiltelefonen, Stereoanlagen usw. immer seltener und kostbarer wird.

**Hören** ist die subjektive Wahrnehmung von Schall. Zwei unterschiedliche Geräusche gleicher Schallintensität können uns sowohl angenehm (z. B. Musik) als auch belästigend (z. B. Bohrmaschine) erscheinen. Auch ein gleichbleibendes Geräusch wie laute Musik können wir – je nach Tageszeit, Stimmung und Musikgeschmack – einmal als angenehm, dann wiederum als störend empfinden. Unangenehme Geräusche bezeichnen wir als **Lärm**.

Geschlossene Räume bieten die Möglichkeit, Lärm aus einem Nebenraum so weit abzdämmen, dass er nicht mehr als solcher empfunden wird. Daraus resultieren Anforderungen an die einzelnen Bauteile eines Raumes (Wände, Böden, Decken).

Bei Türen und Fenstern gelten die Werte für die Schalldämmung bei alleiniger Übertragung durch Türen und Fenster.

### **!** Hinweis

Die Anforderungen an die Schalldämmung von Bauteilen werden in DIN 4109 beschrieben. Kennzeichnende Größe für die erforderliche Luftschalldämmung von Wänden nach DIN 4109 ist der Wert **erf.  $R'_w$** . Dieser Wert beinhaltet neben der reinen Schalldämmung der Trennwand auch die Schallübertragung über die flankierenden Bauteile sowie Undichtigkeiten, usw.

## Schalldämm-Maße $R_w$ von Rigips Metallständerwänden

Im Allgemeinen wird für die schalltechnische Planung die DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ herangezogen, in dem das rechnerische Nachweisverfahren geregelt ist (DIN 4109-2). Dort sind außerdem Werte für zahlreiche Konstruktionen wie z. B. Metallständerwände und flankierende Bauteile angegeben.

Darüber hinaus bietet RIGIPS ein umfassendes Spektrum an Systemen, damit Planer, Architekten und Bauherren für jede Anforderung und Nutzung eine wirtschaftliche Lösung griffbereit haben.

Besondere Highlights im Bereich der Bauakustik sind die spezielle Schallschutzplatte Rigips Die Blaue, die Wohnbauplatte Habito, die Allzweckplatte Rigips Die Harte sowie Rigidur H Gipsfaserplatte im System mit den schallschutztechnisch optimierten RigiProfil MultiTec und der Rigips Anschlussdichtung Filz.

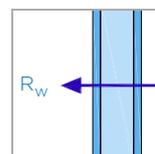
Um dem Planer den Zugang zu den Rechenverfahren zu erleichtern, wird als Schalldämm-Maß der Wand ohne Nebenwege grundsätzlich das bewertete Schalldämm-Maß  $R_w$  angegeben. Da in Deutschland derzeit keine Anforderungen an die in neuen Prüfzeugnissen angegebenen Spektrums-Anpassungswerte ( $C$ ,  $C_{tr}$ , usw.) existieren, werden **diese** Werte in der vorliegenden Druckschrift **nicht** berücksichtigt.

Die Rechenwerte beziehen sich auf Rigips Montagewände, die mit Rigips Produkten entsprechend den Rigips Verarbeitungsrichtlinien errichtet wurden. Der Anschluss an die flankierenden Bauteile erfolgte mittels Rigips Anschlussdichtung Filz. Für die Hohlraumdämpfung wurde Mineralwolle nach DIN EN 13162 verwendet. Der längenbezogene Strömungswiderstand der Mineralwolle beträgt  $r \geq 5 \text{ kPa} \cdot \text{s/m}^2$ .

Die Werte weichen z. T. deutlich von den Werten aus DIN 4109 oder von den Werten aus älteren Prüfzeugnissen ab. Mehrfache Prüfungen identischer Systeme zeigten jedoch nur sehr geringe Abweichungen in den Messergebnissen. Voraussetzung hierfür ist eine sorgfältige Verarbeitung.

Schalldämm-Maße  $R_w$  von Rigips Metallständerwänden als Trennwände sind diesem Dokument bzw. den jeweils aktuellen Herstellerangaben zu entnehmen. **Tabelle 2 der DIN 4109-33 kann alternativ verwendet werden.**

Die im Regelfall auf der Baustelle auftretenden Anforderungen können komplett mit Rigips Systemen erfüllt werden.



# Rechenverfahren des Luftschallschutzes nach DIN 4109-2

Für die im Bauwerk zu erreichende Schalldämmung kommt es nicht allein auf das Schalldämm-Maß der Trennwand an, sondern ebenso auf die Schall-Längsdämmung der flankierenden Bauteile.

Die Normenreihe DIN EN 12354 enthält Berechnungsverfahren und weitere Hinweise zur Berechnung des Schallschutzes von Gebäuden. Im Sinne eines Anwendungsdokuments wurden einzelne Bestandteile der Normenreihe DIN EN 12354 in DIN 4109-2 so zusammengefasst und ergänzt, dass damit der bauordnungsrechtlich geforderte Schallschutznachweis ohne weiteren Rückgriff auf die Normenreihe DIN EN 12354 durchgeführt werden kann.

Entsprechend dem vereinfachten Verfahren nach der Normenreihe DIN EN 12354, werden für die resultierende Luftschallübertragung zwischen zwei Räumen die direkte Schallübertragung über das Trennbauteil (**Dd**) und die Schallübertragung über alle Flankenwege (**Ff**, **Df** und **Fd**) berücksichtigt. Deren einzelne Beiträge werden zur gesamten Schallübertragung summiert. Hierbei wird jeder Weg unabhängig von den anderen Wegen berechnet.

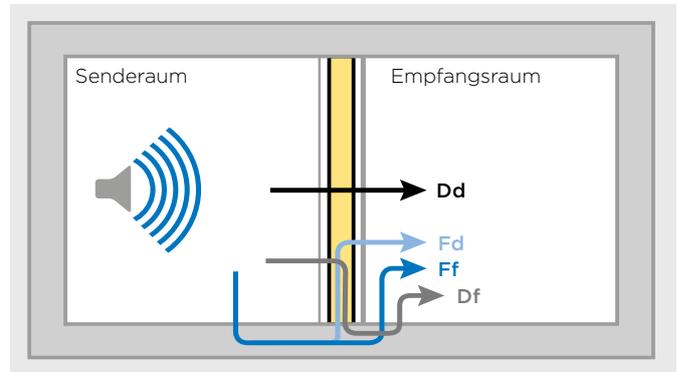
Es werden nicht alle denkbaren Nebenwege berücksichtigt, sondern lediglich die flankierenden Übertragungswege über eine Stoßstelle hinweg. Weitere Nebenwege wie z. B. die Übertragung über Kanäle, Korridore oder Raumlufsysteme müssen bei Erfordernis gesondert bei Berechnungen berücksichtigt werden.

Mithilfe der Berechnungsgrundlagen aus DIN 4109-2 lassen sich **Prognosewerte für die auf der Baustelle zu erwartende Schalldämmung  $R'_w$**  (bewertetes Bau-Schalldämm-Maß) errechnen.

Besondere Bedeutung wird also der Berechnung des Schallschutzes der flankierenden Übertragung beigemessen. Bei der üblichen Übertragungssituation (ein Trennbauteil, vier flankierende Bauteile mit je drei zu berücksichtigenden Übertragungswegen) sind insgesamt 13 verschiedene Übertragungswege zu berücksichtigen. Davon entfallen 12 Wege auf die flankierende Übertragung.

Für jeden Übertragungsweg wird ein Schalldämm- bzw. Flankendämm-Maß ermittelt. Die **resultierende Schalldämmung  $R'_w$**  unter Berücksichtigung aller flankierenden Wege ergibt sich dann durch energetische Addition der einzelnen Flankendämm-Maße:

## Schallübertragungswege über das Trennbauteil und flankierende Bauteile



	Übertragung aus dem Senderraum über	Übertragung in den Empfangsraum über
→ <b>Ff</b>	Flankierendes Bauteil	Flankierendes Bauteil
→ <b>Fd</b>	Flankierendes Bauteil	Trennendes Bauteil
→ <b>Dd</b>	Trennendes Bauteil	Trennendes Bauteil
→ <b>Df</b>	Trennendes Bauteil	Flankierendes Bauteil

$$R'_w = -10 \lg \left[ 10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Fd,w}/10} \right] \quad [\text{dB}]$$

$R_{Dd,w}$  stellt dabei das Direktschalldämm-Maß für das Trennbauteil und  $R_{Ff,w}$ ,  $R_{Df,w}$  und  $R_{Fd,w}$  stellen die Flanken-Schalldämm-Maße auf den im Bild (siehe Seite 26) gezeigten Schallübertragungswege dar.

Für Planungszwecke können einzelne Übertragungswege durch energetische Addition zusammengefasst werden. Beispielsweise können die an einem Bauteil für die Schallabstrahlung verantwortlichen Übertragungswege zusammengefasst werden (Wege  $Df$  und  $Ff$  für jedes Flankenbauteil und Wege  $Dd$  und alle Wege  $Fd$  für das Trennbauteil, oder für jede Stoßstelle wird die Übertragung der dort vorhandenen Wege  $Df$ ,  $Fd$  und  $Ff$  zusammengefasst).

Die in der Gleichung genannten Flankendämm-Maße werden je nach Bauweise unterschiedlich bestimmt:

- In Gebäuden in Massivbauweise werden die einzelnen Anteile an der Gesamtübertragung auf den verschiedenen Schallübertragungswegen aus der Direktschalldämmung der Bauteile und dem Stoßstellendämm-Maß berechnet und anschließend summiert.
- Im Leicht-, Holz- und Trockenbau wird die Flankenübertragung pauschal mit den bewerteten **Norm-Flankenschallpegeldifferenzen  $D_{n,f,w}$**  des jeweiligen flankierenden Bauteils berechnet und zur Direktschalldämmung des Trennbauteils energetisch addiert.
- Im Skelettbau und bei Mischbauweise wird bei den flankierenden massiven Bauteilen entsprechend dem Massivbau die Flankendämmung aus der Direkt- und Stoßstellendämmung berechnet, während bei den Leichtbauteilen wie im Leichtbau die Flankenübertragung pauschal über die bewerteten Norm-Flankenschallpegeldifferenzen  $D_{n,f,w}$  bestimmt wird.

Eingangswerte für Schalldämm-Maße  $R_w$  von Rigips Metallständerwänden als Trennwände sind Planen und Bauen bzw. den jeweils aktuellen Herstellerangaben zu entnehmen. In der DIN 4109-33 kann alternativ Tabelle 2 verwendet werden.

Bei den Übertragungswegen für die direkte und flankierende Übertragung können **Vorsatzkonstruktionen** berücksichtigt werden.

Bei massiven Bauteilen werden zur Ermittlung der Direktschalldämmung Grundbauteil und Vorsatzkonstruktion (z. B. Massivdecken mit Unterdecken, Massivdecken mit schwimmendem Estrich, Wände mit biegeweichen Vorsatzschalen) schalltechnisch separat beschrieben und zum Gesamtbauteil rechnerisch zusammengefügt.

Bei der Ermittlung der Flankendämmung von Bauteilen aus massivem Grundbauteil und Vorsatzkonstruktion wird ebenso verfahren, wenn die Vorsatzkonstruktion (Unterdecke, schwimmender Estrich, Vorsatzschale) durch das trennende Bauteil **vollständig unterbrochen** wird, d. h. dass es an das Grundbauteil (Massivbauteil) direkt angeschlossen ist.

Bei mehrschaligen Konstruktionen des Leicht- und Holzbaus sowie bei Bauteilen aus massiven Grundbauteilen mit **durchlaufender Vorsatzkonstruktion** im Bereich des Anschlusses des trennenden Bauteils werden zur Ermittlung der Flankendämmung die Vorsatzkonstruktionen als Teil der Gesamtkonstruktion nicht separat betrachtet. Die Berücksichtigung der Flankendämmung erfolgt in diesem Fall durch die in Prüfständen ermittelte bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz  $D_{n,f,w}$  konstruktionsabhängig.

Als Eingangswerte für Norm-Flankenschallpegeldifferenzen  $D_{n,f,w}$  können Ergebnisse von Rigips Prüfstandsmessungen verwendet werden. Unabhängig davon lassen sich Werte für Norm-Flankenschallpegeldifferenzen  $D_{n,f,w}$  der einzelnen flankierenden Bauteile auch DIN 4109-33, Abschnitt 5 entnehmen:

**Hinweise zu Norm-Flankenschallpegeldifferenzen  $D_{n,f,w}$  nach DIN 4109-33 bei horizontaler Schallübertragung:**

**Tabelle 26:** Metallständerwände mit 12,5 mm dicken Gipsplatten

**Tabelle 27:** Holztafelwände ohne Vorsatzschale

**Tabelle 28:** Holztafelwände mit Vorsatzschale

**Tabelle 29:** biegesteife Wände mit durchlaufender biegeweicher Vorsatzschale

**Tabelle 31–35:** Dächer mit Dämmung

**Tabelle 36:** Holzbalkendecken mit Unterdecken

**Tabelle 37:** Unterdecken mit geschlossenen Flächen, Abhängehöhe 400 mm

**Tabelle 38–40:** Unterdecken mit gegliederten Flächen, Abhängehöhe 400 mm

**Tabelle 41:** schwimmende Estriche

Eine Übersicht der Norm-Flankenschallpegeldifferenzen  $D_{n,f,w}$  ist der Seite 35 ff. zu entnehmen.

### ! Rigips Hinweis

Prognosewerte für die auf der Baustelle zu erwartende Schalldämmung  $L'_{n,w}$  unter Berücksichtigung aller Flankenwege sowie etwaiger Vorsatzkonstruktionen können schnell und einfach mit dem **Rigips Schallschutz-Rechner** ermittelt werden.

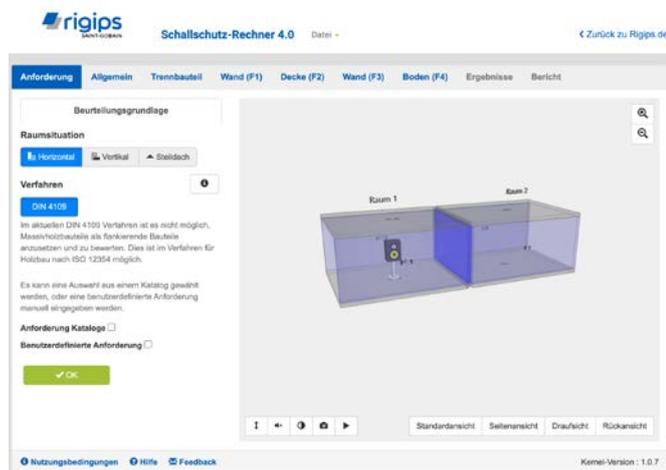
<https://rigips.de/schallschutz-rechner>

# Ermittlung des resultierenden Schalldämm-Maßes $R'_{w}$ oder $L'_{n,w}$

## ... mithilfe des Rigips® Schallschutz-Rechners

Ausreichenden Schallschutz sicherzustellen ist eine ebenso komplexe wie heikle Aufgabe, insbesondere für Planer und Architekten. Abhilfe schafft der **Rigips Schallschutz-Rechner**.

Die Berechnung der Schalldämmung erfolgt auf Grundlage der in der neuen DIN 4109-2:2018-01 dargestellten Rechenverfahren. Basis ist das europäische Rechenmodell der DIN EN 12354, welches in die deutsche Schallschutznorm DIN 4109:2018-01 eingearbeitet wurde. Die Auswirkung für den Planer: Die einzelnen Schallübertragungswege – insbesondere über die flankierenden Bauteile – werden darin genauer erfasst als im bisherigen Verfahren. Dies bedeutet im Vergleich einen erhöhten Rechenaufwand, der jedoch mit dem „Rigips Schallschutz-Rechner“ nutzerfreundlich, schnell, transparent und nachvollziehbar zu handhaben ist.



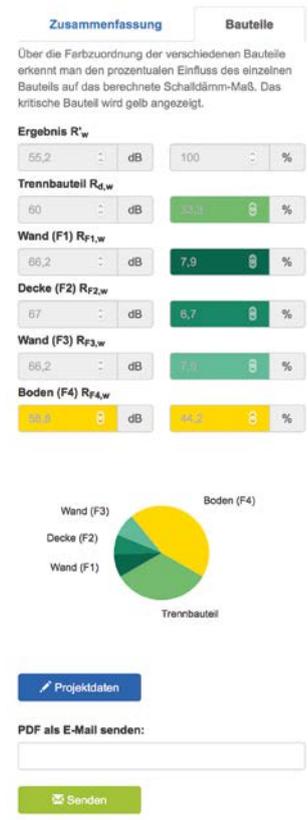
Mit diesem Planungstool kann auf einfache Weise das bewertete Bau-Schalldämm-Maß  $R'_{w}$  bzw. die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz  $D_{n,T,w}$  von Rigips Montagewänden, sowie den bewerteten Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w}$  von Decken in Holz- oder Massivbauweise berechnet werden.

Nach der Auswahl des Anforderungswerts werden automatisch die Anforderungen an die Schalldämmung von Wänden oder Decken angezeigt und mit dem Berechnungsergebnis abgeglichen.

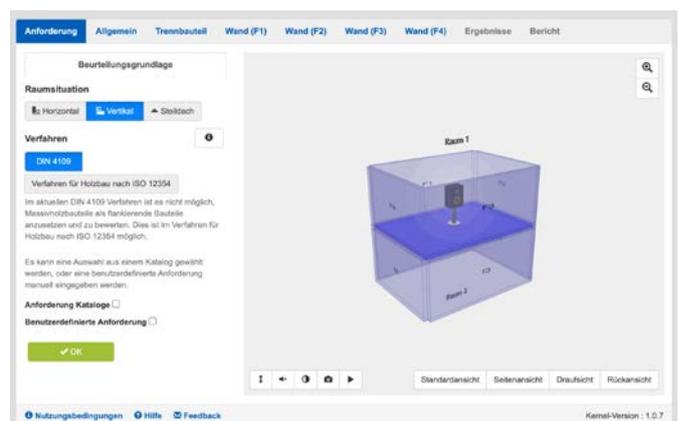
Jeder an der Schallübertragung beteiligte Übertragungsweg wird detailliert dargestellt. Somit kann dessen Anteil bzw. der des einzelnen Bauteils an der gesamten Schallübertragung ermittelt werden.

Über eine Farbzurordnung der verschiedenen Bauteile erkennt man den prozentualen Einfluss des einzelnen Bauteils auf das berechnete Schalldämm-Maß direkt. Das kritische Bauteil wird gelb angezeigt, so kann sehr einfach und direkt abgelesen werden, bei welchem Bauteil sich eine Verbesserung besonders auszahlen würde.

Während der Planung können damit Schwachstellen in der Schallübertragung erkannt und vermieden werden. Darüber hinaus ermöglicht die Berechnung einzelner Übertragungswege die Planung und Dimensionierung optimaler Schallschutzmaßnahmen.



Es handelt sich um ein kostenfrei nutzbares und nahezu selbsterklärendes Berechnungsprogramm zur Prognose der Luftschalldämmung zwischen Räumen bei horizontaler Schallübertragung. Das Online-Tool steht unter <https://rigips.de/schallschutz-rechner> zur Verfügung.



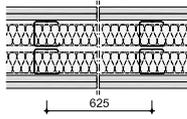
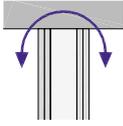
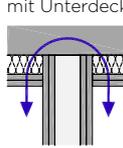
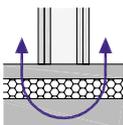
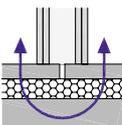
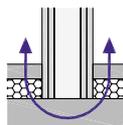
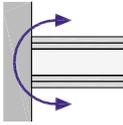
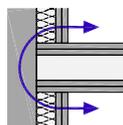
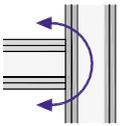
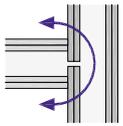
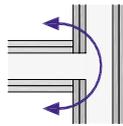
Ergänzend zu dem Berechnungsprogramm steht auch eine „Erste Schritte“-Anleitung zur Verfügung sowie eine Technische Information, die anhand von Beispielen die wesentlichen Änderungen durch die neue Schallschutznorm erläutert.

## Berechnungsbeispiele – Einfluss der flankierenden Bauteile

Der maßgebliche Einfluss der flankierenden Bauteile wird noch besser ersichtlich, wenn man die Anschlussbedingungen – wie in der nachfolgenden Tabelle dargestellt – systematisch verändert. Eine Trennwandkonstruktion mit z. B.  $R_w = 64$  dB erreicht je nach

Flankenausbildung resultierende Werte  $R'_w$  von 37 dB bis 59 dB. Dabei kann der aus allen fünf Bauteilen resultierende Wert bestenfalls dem geringsten Einzelwert entsprechen (eine Kette ist nie stärker als ihr schwächstes Glied).

### Beispiele zum Einfluss der Flankenübertragung (Rechenwerte zu DIN 4109-33 bzw. Prüfzeugnissen)

<b>Trennwand</b>	<b>Doppelständerwand MW22RF</b> RigiProfil MultiTec CW 75, 2 x 12,5 mm Rigips Feuerschutzplatte RF, 2 x 60 mm Isover Akustic TP 1			
$R_w$	64	64	64	64
<b>Decke</b> Stahlbeton 160 mm, 425 kg/m <sup>2</sup>				mit Unterdecke 
$R'_w/D_{n,f,w}$	59	59	59	65
<b>Boden</b> Stahlbetondecke, 300 kg/m <sup>2</sup>	mit durchlaufendem Estrich 	mit Trennfuge im Estrich 		Estrich konstruktiv getrennt 
$D_{n,f,w}/R'_w$	40	57	57	67 (54,3 + 12,7) <sup>1)</sup>
<b>Wand 1</b> Mauerwerk 240 mm, m <sup>2</sup> = 425 kg/m <sup>2</sup>				mit Vorsatzschale 
$R'_w$	59	59	59	72 (59 + 13,3) <sup>2)</sup>
<b>Wand 2</b> Rigips Metall- Einfachständerwand, 2-lagig beplankt	mit durchlaufender Beplankung 		mit Trennfuge 	mit konstruktiver Trennung 
$D_{n,f,w}$	58	58	65	68
<b>Berechnungsergebnis <math>R'_w</math></b>	40,9	54	55,3	61
<b>Bauschalldämm-Maß</b> $R'_w - U_{prog}$	38,9	52	53,3	59

<sup>1)</sup> Zementestrich 40 mm, m' = 50 kg/m<sup>2</sup>, Trittschalldämmung s' = 7 MN/m<sup>3</sup>.

<sup>2)</sup> Vorsatzschale freistehend, RigiProfil CW75, 2 x 12,5 Rigips Die Blaue, 60 mm Isover Akustic TP 1.

### ! Rigips Hinweis

Zur Berücksichtigung schwankender Baustellenbedingungen empfehlen wir, die errechneten Bauschalldämm-Maße ( $R'_w - U_{prog}$ ) mit einem zusätzlichen Sicherheitszuschlag zu versehen. Der Sicherheitszuschlag wurde in dieser Tabelle **nicht berücksichtigt**.

# Ermittlung des resultierenden Schalldämm-Maßes $R'_{w}$ oder $L'_{n,w}$

Die Berechnungsbeispiele wurden nach DIN 4109-2 mithilfe des **Rigips Schallschutz-Rechners** durchgeführt (<https://rigips.de/schallschutz-rechner>).

Ausgangssituation ist eine Raumsituation zweier Räume gleicher Abmessung (Länge 6,0 m, Breite 4,4 m, Höhe 2,8 m).

The screenshot displays the 'Allgemein' (General) tab of the Rigips Schallschutz-Rechner. On the left, there are input fields for 'Raum 1 (Senderraum)' with dimensions: Länge 6 m, Breite 4,4 m, Höhe 2,8 m, and a calculated 'Volumen' of 73,92 m³. Below these are options for 'Verschiebung' (offset) and an 'OK' button. On the right, a 3D perspective view shows two adjacent rooms, 'Raum 1' and 'Raum 2', separated by a wall. A speaker is positioned in 'Raum 1'. The diagram is annotated with coordinate axes: 'Höhe(y)' (vertical), 'Länge(x)' (horizontal), and 'Breite(z)' (depth). At the bottom of the interface, there are navigation icons and view options: 'Standardansicht', 'Seitenansicht', 'Draufsicht', and 'Rückansicht'. The footer includes 'Nutzungsbedingungen', 'Hilfe', 'Feedback', and 'Kernel-Version : 1.0.7'.

## Erforderliche Schalldämmung

Im Regelfall können die auf der Baustelle auftretenden Anforderungen komplett mit Rigips Systemen abgedeckt werden. Entscheidend für die Qualität der am Bau erzielten Schalldämmung sind in erster Linie eine konsequente Planung aller Bauteile samt Anschlüssen sowie eine fachgerechte Ausführung, die nur durch Überwachung im Bauablauf gesichert werden kann.

Durch gute Arbeit in Planungsbüros und auf Baustellen wird dies seit vielen Jahren täglich bestätigt.

Trotz gleicher Schalldämmung kann die Wahrnehmung des Schallschutzes jedoch unterschiedlich sein. Die Größe des Raums sowie die Fläche des trennenden Bauteils haben Einfluss auf die empfundene Schalldämmung.

Liegen das Schalldämm-Maß  $R_w$  und jedes Schall-Längsdämm-Maß 7 bzw. 8 dB über dem Anforderungswert, kann der vereinfachte Nachweis geführt werden:

### ! Rigips Hinweis

Zahlreiche Rigips Berechnungen lassen bei ausreichend großer Trennfläche ( $\sim 15 \text{ m}^2$ ) für den Leichtbau eine grobe Abschätzung in Analogie zum **vereinfachten Nachweis** nach alter DIN 4109:1989 zu („5-dB-Regel“):

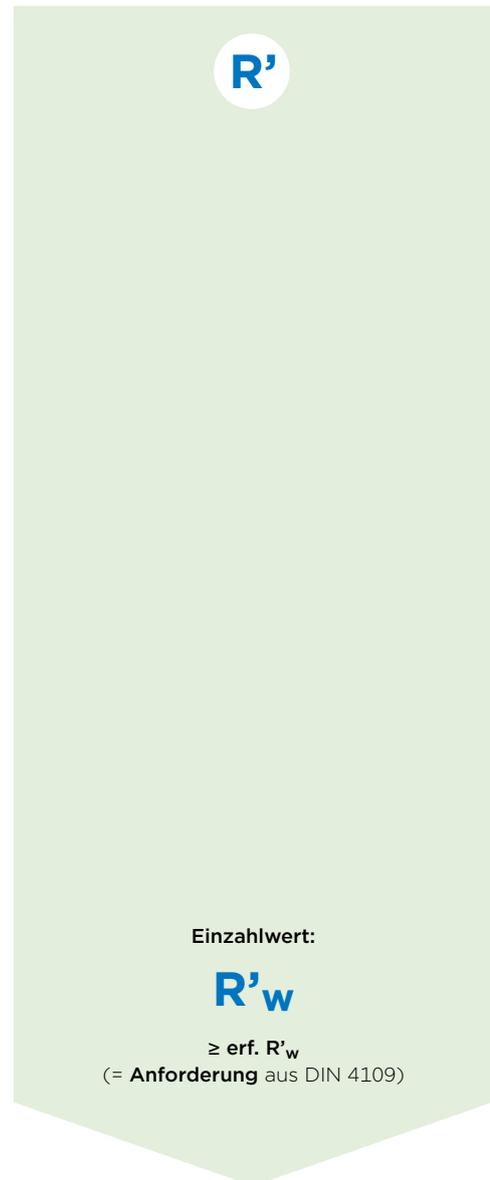
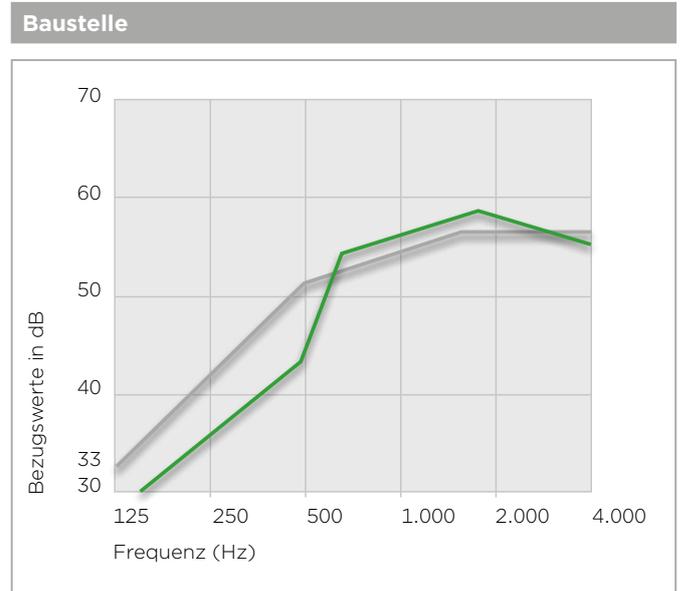
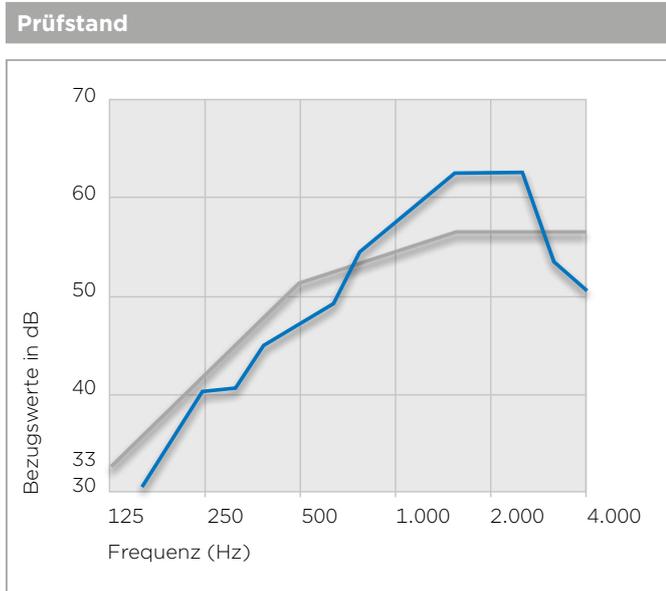
$R_w \geq \text{erf. } R'_w + 7 \text{ dB}$  (Anforderungswert + 5 dB + 2 dB „Nachhaltmaß“)

$D_{n,f,w} \geq \text{erf. } R'_w + 8 \text{ dB}$  (Anforderungswert + 5 dB + 2 dB „Nachhaltmaß“ + 1 dB „Umrechnung“\*)

\* Bei  $D_{n,f,w}$  kann bei der Umrechnung zum  $R_{Ff,w}$  unter ungünstigen Umständen und kleinen Trennflächen eine Korrektur um max. 1 dB nach unten erfolgen, daher hier der Aufschlag um 1 dB.

# Erforderliche Luftschalldämmung

## Ablaufdiagramm für die Planung Labormesswerte (Prüfstand) und Baustellenwerte im Vergleich



# Erforderliche Schalldämmung

... von Wänden und Türen zum Schutz gegen Schallübertragung aus einem fremden Wohn- oder Arbeitsbereich

Bauteile	Mindestanforderung <sup>1)</sup> erf. $R'_w$ in dB	Vorschläge für erhöhten Schallschutz <sup>2)</sup> erf. $R'_w$ in dB	Bemerkungen
<b>1. Geschosshäuser mit Wohnungen und Arbeitsräumen</b>			
Wohnungstrennwände und Wände zwischen fremden Arbeitsräumen	≥ 53	≥ 56	Wohnungstrennwände sind Bauteile, die Wohnungen voneinander oder von fremden Arbeitsräumen trennen
Treppenraumwände und Wände neben Hausfluren	≥ 53	≥ 56	Für Wände mit Türen gilt die Anforderung $R'_w$ (Wand) = $R_w$ (Tür) + 15 dB. Darin bedeutet $R_w$ (Tür) die erforderliche Schalldämmung der Tür. Wandbreiten ≤ 30 cm bleiben dabei unberücksichtigt.
Wände neben Durchfahrten oder Einfahrten von Sammelgaragen u. Ä.	≥ 55	≥ 58	
Wände von Spiel- oder ähnlichen Gemeinschaftsräumen	≥ 55	≥ 58	
Türen, die von Hausfluren oder Treppenräumen in Flure und Dielen von Wohnungen und Wohnheimen oder von Arbeitsräumen führen	≥ 27	≥ 32	Bei Türen gilt erf. $R_w$
Türen, die von Hausfluren oder Treppenräumen unmittelbar in Aufenthaltsräume – außer Flure und Dielen – von Wohnungen führen	≥ 37	42	
<b>2. Einfamilien-Doppelhäuser und Einfamilien-Reihenhäuser</b>			
Haustrennwände (unterstes Geschoss) (1. OG oder höher)	≥ 59 ≥ 62	≥ 67 ≥ 67	
<b>3. Beherbergungsstätten</b>			
Wände zwischen Übernachtungsräumen sowie Fluren und Übernachtungsräumen	≥ 47	≥ 52	Gilt auch für Trennwände mit Türen zwischen fremden Übernachtungsräumen
Türen zwischen Fluren und Übernachtungsräumen	≥ 32	≥ 37	Bei Türen gilt $R_w$ nach DIN 4109-1

<sup>1)</sup> Nach DIN 4109-1.

<sup>2)</sup> Nach DIN 4109-5:2020-08.

## ! Rigips Hinweis

Die Anforderungen und Vorschläge der DIN 4109 an das bewertete Schalldämm-Maß von Bauteilen werden als **erf.  $R'_w$**  angegeben. Das bewertete Schalldämm-Maß  $R'_w$  stellt nach wie vor die wichtigste Einflussgröße für den Luftschallschutz zwischen Räumen dar. Dieser Wert beinhaltet neben der reinen Schalldämmung der Trennwand auch die Schallübertragung über die flankierenden Bauteile sowie Undichtigkeiten usw.

## ... von Wänden und Türen zum Schutz gegen Schallübertragung aus einem fremden Wohn- oder Arbeitsbereich

Bauteile	Mindestanforderung <sup>1)</sup> erf. $R'_w$ in dB	Vorschläge für erhöhten Schallschutz <sup>2)</sup> erf. $R'_w$ in dB	Bemerkungen
<b>4. Krankenanstalten, Sanatorien</b>			
Wände zwischen - Krankenzimmern - Fluren und Krankenzimmern - Untersuchungs- bzw. Sprechzimmern - Fluren und Untersuchungs- bzw. Sprechzimmern - Krankenzimmern und Arbeits- und Pflegeräumen	≥ 47	≥ 52	Das erf. $R'_w$ gilt für die Wand allein
Wände zwischen - Operations- und Behandlungsräumen - Fluren und Operations- und Behandlungsräumen	≥ 42	≥ 42	Das erf. $R'_w$ gilt für die Wand allein
Wände zwischen - Räumen der Intensivpflege, Fluren und Krankenzimmern der Intensivpflege	≥ 37	≥ 42	Das erf. $R'_w$ gilt für die Wand allein
Türen zwischen - Untersuchungs- bzw. Sprechzimmern - Fluren und Untersuchungs- bzw. Sprechzimmern	≥ 37	≥ 40	Bei Türen gilt erf. $R_w$
Türen zwischen - Fluren und Krankenzimmern - Operations- und Behandlungsräumen - Fluren und Operations- bzw. Behandlungsräumen	≥ 32	≥ 37	Bei Türen gilt erf. $R_w$
<b>5. Schulen und vergleichbare Unterrichtsbauten</b>			
Wände zwischen - Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Fluren	≥ 47	-	
Wände zwischen - Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Treppenhäusern	≥ 52	-	
Wände zwischen - Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und „besonders lauten“ Räumen (z. B. Sporthallen, Musikräumen, Werkräumen)	≥ 55	-	
Türen zwischen - Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Fluren	≥ 32	-	Bei Türen gilt erf. $R_w$

<sup>1)</sup> Nach DIN 4109-1.

<sup>2)</sup> Nach DIN 4109-5:2020-08.

# Einfluss flankierender Bauteile

## Übertragungswege der Schall-Längsleitung über flankierende Bauteile

Neben dem direkten Schalldurchgang beeinflusst die Schallübertragung über flankierende Bauteile die Schalldämmung der Konstruktion wesentlich.

Die flankierenden Bauteile haben einen unmittelbaren Einfluss auf das zu erwartende Schalldämm-Maß  $R'_{w}$ . Norm-Flankenschallpegeldifferenzen für verschiedene flankierende Bauteile dienen als Berechnungsgrundlage zur Ermittlung des Schalldämm-Maßes  $R'_{w}$ .

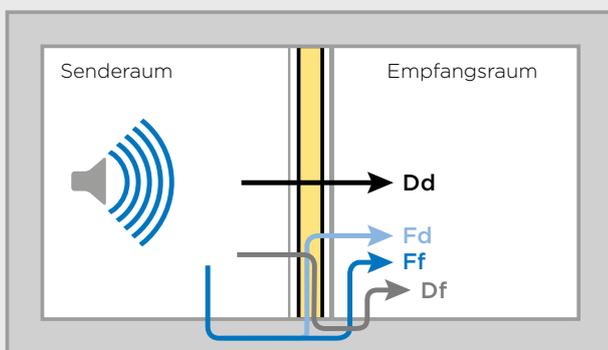
Grundsätzlich wird durch das Trennen von Bauteilen, z. B. durch Fugen in Deckenbekleidungen oder Trennschnitte in Estrichen, das Schalldämm-Maß der fertigen Konstruktion deutlich verbessert.

Die Schall-Längsleitung **leichter Bauteile** kann deutlich verringert werden, wenn die Beplankung im Trennwandbereich getrennt wird.

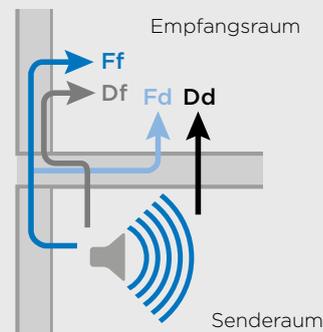
Um Planungssicherheit zu schaffen, hat sich RIGIPS in einem umfangreichen Prüfprogramm mit der Schall-Längsdämmung von Metallständerwänden befasst.

## Schallübertragungswege über flankierende Bauteile

### Schallübertragungswege horizontal



### Schallübertragungswege vertikal



	Übertragung aus dem Senderaum über	Übertragung in den Empfangsraum über
→ Ff	Flankierendes Bauteil	Flankierendes Bauteil
→ Fd	Flankierendes Bauteil	Trennendes Bauteil
→ Dd	Trennendes Bauteil	Trennendes Bauteil
→ Df	Trennendes Bauteil	Flankierendes Bauteil

Bei **massiven Wänden mit Vorsatzschalen** nach DIN 4109-34 werden zur Ermittlung der Flankendämmung Wand und Vorsatzschale schalltechnisch separat beschrieben und zum Gesamtbauteil nach DIN 4109-2 rechnerisch zusammengefügt, wenn die Vorsatzschale durch das trennende Bauteil vollständig unterbrochen wird.

Zur Ermittlung der Flankendämmung bei nicht vollständig getrennter Vorsatzschale im Bereich des Anschlusses des trennenden Bauteils, z. B. durchlaufende Vorsatzschale oder durch Fugen unterbrochene Vorsatzschale, wird dagegen die Berechnung mittels der bewerteten Norm-Flankenschallpegeldifferenz  $D_{n,f,w}$  für das Gesamtbauteil durchgeführt.

Die Schall-Längsdämmung **abgehängter Unterdecken** wird durch die Beplankung, die Dämmstoffauflage sowie die Ausbildung eines eventuell vorhandenen Schotts beeinflusst. Untersuchungen belegen die Norm-Flankenschallpegeldifferenzen in Tabelle 37 ff. der DIN 4109-33.

Die Verminderung der Schall-Längsleitung eines **schwimmenden Estrichs** kann durch eine Trennung bis auf den Rohfußboden erreicht werden. Die bewerteten Norm-Flankenschallpegeldifferenzen sind Tabelle 41 der DIN 4109-33 zu entnehmen.

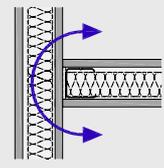
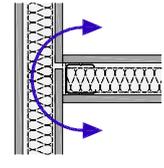
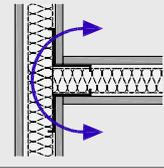
Wesentliche Werte sind außerdem in den Tabellen auf den Folgeseiten aufgeführt.

## Norm-Flankenschallpegeldifferenzen

### ! Rigips Hinweis

In Anlehnung an Messungen mit 12,5 mm dicken Rigips Bauplatten RB gelten die folgenden Werte analog für Wände mit anderen 12,5 mm dicken Rigips Platten (z. B. Rigips Die Blaue) sowie mit Gipsfaserplatten Rigidur H 10 und 12,5.

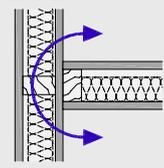
### Bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ von flankierenden Rigips Metallständerwänden

Prinzipskizze	Beschreibung	Detailnr.	Beplankung	Dämmung	Schall	Nachweis
		Flankierende Wand	Flankierende Wand mm	Flankierende Wand	Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ in dB	
	Durchlaufende Beplankung der flankierenden Wand, Befestigung an Beplankung <sup>1)</sup>	MW11-D-WT-3	1 x 12,5	ca. 80%ige Füllung des Gefachs mit Mineralfaserdämmung nach DIN EN 13162 <sup>2)</sup>	58	2033/2320-1
		MW12-D-WT-3	2 x 12,5		58	2033/2320-2
		MW13-D-WT-3	3 x 12,5		58	2033/2320-4
	Beplankung der flankierenden Wand im Anschlussbereich mit einer Trennfuge unterbrochen, Befestigung an Beplankung <sup>1)</sup>	MW11-D-WT-2	1 x 12,5	ca. 80%ige Füllung des Gefachs mit Mineralfaserdämmung nach DIN EN 13162 <sup>2)</sup>	64	2033/2320-8
		MW12-D-WT-2	2 x 12,5		65	2033/2320-7
		MW13-D-WT-2	3 x 12,5		67	2033/2320-5
	Beplankung und Ständerkonstruktion der flankierenden Wand im Anschlussbereich unterbrochen	MW11-D-WT-1	1 x 12,5	ca. 80%ige Füllung des Gefachs mit Mineralfaserdämmung nach DIN EN 13162 <sup>2)</sup>	≥ 65	2033/2320-23
		MW12-D-WT-1	2 x 12,5		≥ 68	2033/2320-24
		MW13-D-WT-1	3 x 12,5		≥ 70	2033/2320-25

<sup>1)</sup> Bei der Befestigung der Trennwand an Ständer der flankierenden Wand ergeben sich keine wesentlichen Änderungen der Norm-Flankenschallpegeldifferenz.

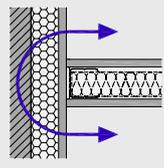
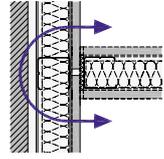
<sup>2)</sup> z. B. CW 50 = 40 mm, CW 75 = 60 mm oder CW 100 = 80 mm mit einem längsbezogenen Strömungswiderstand  $r \geq 5 \text{ kPa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$ .

### Bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ von Rigips Holzständerwänden

Prinzipskizze	Beschreibung	Detailnr.	Beplankung	Dämmung	Schall	Nachweis
		Flankierende Wand	Flankierende Wand mm	Flankierende Wand	Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ in dB	
	Durchlaufende Beplankung der flankierenden Wand, Befestigung an Beplankung	HW11-D-WT-1	1 x 12,5	Holzständerwand mit 80/50 Ständerwerk, Achsabstand 625 mm, 50 mm Mineralfaserdämmung	53	2001/0018-4
		HW12-D-WT-1	2 x 12,5		56	2001/0018-3

# Einfluss flankierender Bauteile

## Bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ von flankierenden Massivwänden mit Vorsatzschalen

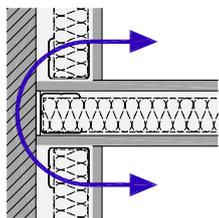
Prinzipkizze	Beschreibung	Detailnr.	Beplankung	Massivbauteil	Schall	Nachweis
	Angesetzte, durchgehende Vorsatzschale mit Fugenschnitt in der Platte	WB02-D-WT-2	$\geq 12,5$ <sup>1)</sup>	100	<b>55</b>	Zeile 1
				200	<b>59</b>	Zeile 2
				250	<b>59</b>	Zeile 3
				300	<b>60</b>	Zeile 4
				400	<b>60</b>	Zeile 5
	Freistehende Vorsatzschale mit Fugenschnitt in der Platte	VS11-D-WT-3	$\geq 12,5$	$\geq 100$	<b>65</b>	Zeile 6

<sup>1)</sup> Beplankung  $\geq 10 \text{ kg/m}^2$

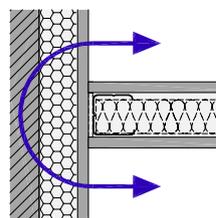
### Hinweis zur Berechnung der Schall-Längsdämmung

Ist die Vorsatzkonstruktion im Bereich des Trennbauteils vollständig unterbrochen, können die Werte dieser Broschüre auch bei der Berechnung des Flanken-Schalldämm-Maßes nach DIN 4109-2 angesetzt werden.

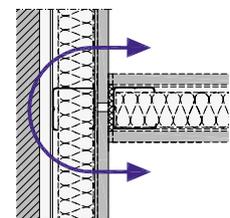
Falls die Vorsatzkonstruktion im Bereich des Trennbauteils komplett auch nur durch einen Trennschnitt unterbrochen durchläuft, wird bei der Berechnung des Flanken-Schalldämm-Maßes die Norm-Flankenschallpegeldifferenz  $D_{n,f,w}$  für die Berechnung in DIN 4109-2 verwendet.



Vorsatzschale vollständig unterbrochen



Vorsatzschale durchlaufend



Vorsatzschale nur durch Trennschnitt unterbrochen

### ! Rigips Hinweis

Die Berechnung der Schalldämmung und Schall-Längsdämmung massiver Bauteile mit Vorsatzkonstruktionen kann schnell und komfortabel mit dem **Rigips Schallschutz-Rechner** durchgeführt werden. Gehen Sie dazu einfach auf <https://rigips.de/schallschutz-rechner>.

### Schall-Längsdämmung von Vorsatzschalen

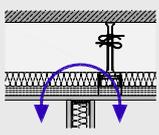
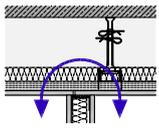
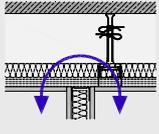
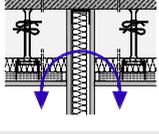
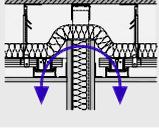
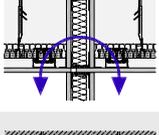
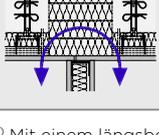
In DIN 4109-33, Tab. 29 werden die Daten der Norm-Flankenschallpegeldifferenz  $D_{n,f,w}$  aus DIN 4109, Beiblatt 1:1989-11 aus den Rechenwerten  $R_{L,w,R}$  durch Addition von 2 dB (Eliminierung des

Vorhaltemaßes) ermittelt und übernommen. Zur zusätzlichen Sicherheit wurde ein Fugenschnitt in der Plattenschale unter dem Trennwandanschluss festgelegt.

## Bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ von Unterdecken

Bei Unterdecken erfolgt die Übertragung von Luftschall hauptsächlich über den Deckenhohlraum, wobei neben der Hohlraumhöhe (Abhängehöhe) die Dichtheit der Unterdecke an beiden Seiten der Trennwand und die Hohlraumdämmung von Bedeutung sind. Wird der Deckenhohlraum abgeschottet, kann die Schall-Längsleitung über die Massivdecke von Bedeutung sein. Die Ausführungsbeispiele der folgenden Abschnitte berücksichtigen diese Übertragungswege. Die Werte gelten für Unterdecken ohne zusätzliche Einbauten wie z. B. Deckenleuchten, Lüftungsöffnungen. Sind solche vorgesehen, so sind sie gesondert zu berücksichtigen.

rungsbeispiele der folgenden Abschnitte berücksichtigen diese Übertragungswege. Die Werte gelten für Unterdecken ohne zusätzliche Einbauten wie z. B. Deckenleuchten, Lüftungsöffnungen. Sind solche vorgesehen, so sind sie gesondert zu berücksichtigen.

Prinzipskizze	Beschreibung	Detailnr.	Beklankung	Schall			Nachweis
				Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ in dB			
				Mineralwolle-Auflage <sup>1)</sup>			
ohne	40 mm	80 mm					
	Trennwandanschluss an Unterdecke, Decklage durchlaufend ohne Fuge	MD10-D-DT-1	$\geq 12,5$	48	49	50	DIN 4109-33 Tabelle 37, Zeile 1 <sup>4)</sup>
			$\geq 2 \times 12,5$	55	56	56	DIN 4109-33 Tabelle 37, Zeile 2 <sup>4)</sup>
	Trennwandanschluss an Unterdecke, Decklage mit Trennfuge	MD10-D-DT-2	$\geq 12,5$	50	54	56	DIN 4109-33 Tabelle 37, Zeile 3 <sup>4)</sup>
	Trennwandanschluss an Unterdecke, Decklage getrennt	MD10-D-DT-3	$\geq 2 \times 12,5$	57	59	59	DIN 4109-33 Tabelle 37, Zeile 4 <sup>4)</sup>
	Trennwandanschluss an Massivdecke, Unterdecke unterbrochen	MD10-D-DT-4	$\geq 12,5$		67 <sup>3)</sup>		DIN 4109, Abschnitt 5.3.3.3.2.1
	Trennwandanschluss an Massivdecke, Beklankung der Trennwand bis ca. 100 mm über UK-Unterdecke	MD10-D-DT-5	$\geq 2 \times 12,5$	57	65		DIN 4109-33 Tabelle 37, Zeile 5 <sup>4)</sup>
	Abschottung des Deckenhohlraums durch Platten-schott, Decklage getrennt	MD10-D-DT-6	$\geq 12,5$		67		DIN 4109-33 Abschnitt 5.3.3.3.2.1 <sup>5)</sup>
	Trennwandanschluss an Unterdecke mit Trennfuge und Absorberschott <sup>2)</sup> , Mindestbreite $\geq 300$ mm	MD10-D-DT-7	$\geq 12,5$	62			DIN 4109-33 Tabelle 40 <sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> Mit einem längsbezogenen Strömungswiderstand  $r \geq 5 \text{ kPa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$ .

<sup>2)</sup> Absorberschott aus Faserdämmstoff mit einem längsbezogenen Strömungswiderstand  $r \geq 8 \text{ kPa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$ .

<sup>3)</sup> Alternativ ist die Berechnung der Längsschalldämmung nach DIN 4109-2 zulässig.

<sup>4)</sup> DIN 4109-33, Tabelle 37 enthält Prüfwerte für Unterdecken mit einer Abhängehöhe von  $h = 400$  mm ohne Abschottung im Deckenhohlraum. Bei geringeren Abhängehöhen sind diese Werte Mindestwerte. Bei einer größeren Abhängehöhe als  $h = 400$  mm sind die Werte der Tabelle 37 um 1 dB abzumindern. Die Werte in Tabelle 37 gelten für Unterdecken ohne zusätzliche Einbauten (z. B. Deckenleuchten, Lüftungsöffnungen u. a.). Sind solche vorgesehen, so sind sie gesondert zu berücksichtigen. Die Werte der Tabelle 37, ohne Mineralwolle-Auflagen, können gegebenenfalls unterschritten werden, wenn sich der Deckenhohlraum über eine kleine Fläche ( $< 60 \text{ m}^2$ ) erstreckt und schallhart begrenzt ist, z. B. oberhalb von zwei benachbarten Räumen. In diesem Fall ist eine schallabsorbierende Deckenauflage vorzusehen.

<sup>5)</sup> Die Dämmwirkung einer Abschottung kann durch Undichtheiten an den Anschlüssen der Abschottung und durch Rohrdurchführungen beeinträchtigt werden.

# Einfluss flankierender Bauteile

## Abminderung der bewerteten Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ von Unterdecken mit Absorberauflage für Abhängehöhe über 400 mm (Rechenwerte)

Abhängehöhe (mm)	Abminderung $D_{n,f,w}$ (dB)
bis 600	2
> 600–800	5
> 800–1000	6

Hohlraumdämmung mit Mineralwolle, mindestens 50 mm dick, ausgeführt über die gesamte Fläche der Unterdecke.

Nachweis: DIN 4109-33, Tabelle 39

## Bewertete Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ von schwimmenden Estrichen

Prinzipskizze	Beschreibung	Detailnr. Detailnummer	Massivbauteil Flächenbezogene Masse des Massivbauteils $\text{kg/m}^2$	Schall		Nachweis
				Norm-Flankenschallpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ in dB Zement-, Calciumsulfat- oder Magnesia-estrich	Gussasphaltestrich	
	Rigips Montagewand an Massivdecke, durchlaufender Estrich	z. B. MW11-D-BM-3	$\geq 300$	40	<b>46</b>	DIN 4109-33 Tabelle 41, Zeile 1
	Metallständerwand an Massivdecke, Estrich mit Trennfuge	z. B. MW11-D-BM-2	$\geq 300$	57 <sup>1)</sup>	<b>57 <sup>1)</sup></b>	DIN 4109-33 Tabelle 41, Zeile 2

<sup>1)</sup> Nachträglich ausgeführte Fugenschnitte seitlich der Trennwand führen zu ungünstigeren Werten.

Eine vollständig schallbrückenfreie Verlegung des Estrichs in der Fläche und am Rand wird vorausgesetzt. Im Türbereich muss der Estrich getrennt werden, um die Schall-Längsleitung zu vermeiden. Besondere Sorgfalt ist bei der Durchführung von Installationsleitungen durch den Estrich zur Versorgung von Heizkörpern und im Bereich der Tür erforderlich.







## Raumakustik

Raumakustische Fachbegriffe und Kenngrößen	42
Einflussgrößen auf das Absorptionsverhalten	44
Normen für die raumakustische Planung	46
Optimale Nachhallzeit – Räume der Gruppe A	47
Positionierung akustisch wirksamer Flächen	49
Räume der Gruppe B	52

Die Raumakustik beschreibt die Schallausbreitung innerhalb eines Raumes und ist eines seiner wesentlichen Qualitätsmerkmale. Viele Menschen leiden unter den Folgen einer schlechten Raumakustik, die häufig mit einer Halligkeit im Raum verknüpft ist.

Eine schlechte Raumakustik führt zu raschen Ermüdungen oder auch zum Verlust von Informationen bei anspruchsvollen Texten. Somit ist das Leistungsvermögen von Menschen in akustisch ungünstigen Räumen stark vermindert.

Das älteste und wohl auch bekannteste raumakustische Kriterium ist die Nachhallzeit. Die Nachhallzeit drückt in Zahlen aus, wie lange man den Klang eines Tones im Raum noch nachklingen hört, obwohl die Schallquelle bereits verstummt ist. Je länger die Nachhallzeit, umso länger hören wir den Ton im Raum klingen; der Raum wirkt hallig. Ist sie zu kurz, so ist der Raum überdämpft und wir hören ihn nicht deutlich genug.

Die Nachhallzeit eines Raumes wird vorwiegend durch seine geometrische Gestaltung sowie die Auswahl und Verteilung von schallabsorbierenden und schallreflektierenden Flächen beeinflusst.

Die akustische Gestaltung von Räumen ist in verschiedenen Normen, Vorschriften und Richtlinien geregelt. Das wichtigste Regelwerk ist die DIN 18041 „Hörsamkeit in Räumen – Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung“. In dieser Norm sind neben den Anforderungen und Empfehlungen an die Nachhallzeit – abhängig von der Nutzung des Raumes – auch Hinweise zur raumakustischen Gestaltung enthalten.

## Schallabsorption

Die Schallabsorption beschreibt den Entzug von Schallenergie aus einem Raum oder Raumbereich durch Umwandlung in eine andere Energieform (z. B. Wärme: „Dissipation“). Die Schallabsorption ist das wichtigste Hilfsmittel bei der akustischen Gestaltung von Räumen. Absorbierende und reflektierende Flächen bestimmen das akustische Verhalten eines Raumes.

Eine „gute“ oder „schlechte“ Absorption an sich gibt es nicht, deshalb existieren auch keine genormten Anforderungen an die Absorption einzelner Oberflächen. Die benötigte Gesamtmenge an Absorption ergibt sich aus der baulichen Gegebenheit, der Einrichtung und der geplanten Nutzung des Raumes.

## Schallabsorptionsgrade $\alpha$ und $\alpha_S$

Der Schallabsorptionsgrad gibt das Verhältnis der von einer Fläche nicht reflektierten Schallenergie zur einfallenden Schallenergie an:

- vollständige Schallreflexion:  $\alpha = 0$
- vollständige Schallabsorption:  $\alpha = 1$ .

Der Schallabsorptionsgrad  $\alpha$  ist der frequenzabhängige Wert des Schallabsorptionsvermögens eines Materials.

$\alpha_S$  wird durch akustische Prüfung in einem Hallraum gemäß DIN EN ISO 354 in Terzbändern gemessen.

## Praktischer Schallabsorptionsgrad $\alpha_p$

Der praktische Schallabsorptionsgrad  $\alpha_p$  ist der frequenzabhängige Wert des Absorptionsvermögens in Oktavbändern. Zur Bestimmung von  $\alpha_p$  werden die  $\alpha_S$ -Werte gemäß DIN EN ISO 11654 auf Oktavbänder umgerechnet:

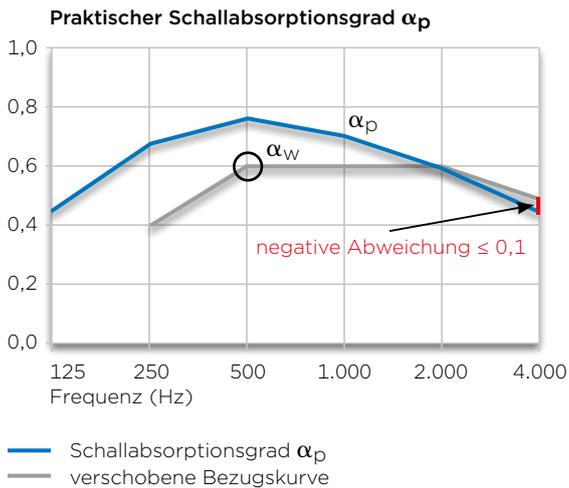
$$\text{Beispiel für 250 Hz: } \alpha_{p250} = \frac{\alpha_{S200} + \alpha_{S250} + \alpha_{S315}}{3}$$

Der praktische Schallabsorptionsgrad  $\alpha_p$  wird in Schritten von 0,05 ( $\Delta 5\%$ ) gerundet und ist auf 1,00 begrenzt.



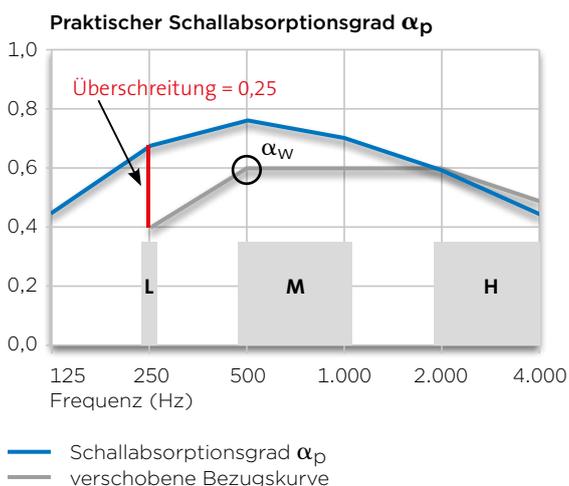
### Bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w$

Der bewertete Schallabsorptionsgrad  $\alpha_w$  ist eine frequenzunabhängige Einzahlangabe für das Schallabsorptionsvermögen eines Materials und wird nach DIN EN ISO 11654 ermittelt. Zur Bestimmung von  $\alpha_w$  wird eine Bezugskurve über die  $\alpha_p$ -Werte gelegt und so lange verschoben, bis die Summe der negativen Abweichungen  $\leq 0,1$  ist. Der bewertete Schallabsorptionsgrad  $\alpha_w$  entspricht dem Wert der verschobenen Bezugskurve bei 500 Hz.



Wenn ein praktischer Schallabsorptionsgrad  $\alpha_p$  den Wert der Bezugskurve um  $\geq 0,25$  überschreitet, müssen ergänzend zum  $\alpha_w$ -Wert ein oder mehrere Formindikatoren verwendet werden:

- (L) = Überschreitung bei 250 Hz
  - (M) = Überschreitung bei 500 oder 1.000 Hz
  - (H) = Überschreitung bei 2.000 oder 4.000 Hz
- Beispiel (250 Hz):  $0,65 - 0,40 = 0,25 (\geq 0,25) = (L)$   
 $\Rightarrow \alpha_w = 0,60 (L)$



### ! Rigips Hinweis

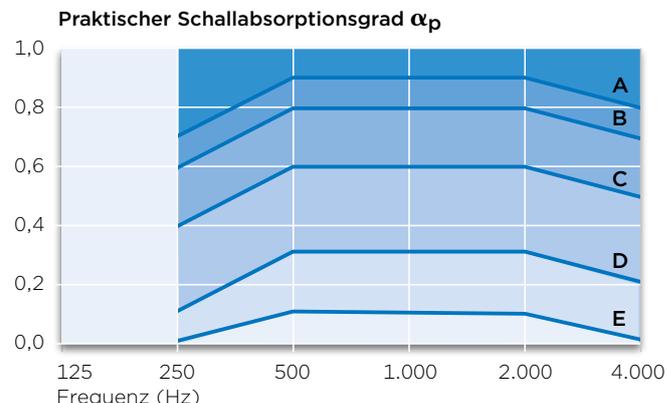
Ist der bewertete Schallabsorptionsgrad  $\alpha_w$  in Verbindung mit einem oder zwei Formindikatoren angegeben sollte für eine Bewertung die gesamte Schallabsorptionskurve herangezogen werden.

### Schallabsorberklassen

Der bewertete Schallabsorptionsgrad  $\alpha_w$  kann dazu genutzt werden, die Schallabsorberklasse nach DIN EN ISO 11654 festzulegen:

Schallabsorberklasse	Bewerteter Schallabsorptionsgrad $\alpha_w$
A	0,90; 0,95; 1,00
B	0,80; 0,85
C	0,60; 0,65; 0,70; 0,75
D	0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55
E	0,25; 0,20; 0,15
Nicht klassifiziert	0,10; 0,05; 0,00

### Grafische Darstellung der Schallabsorberklassen

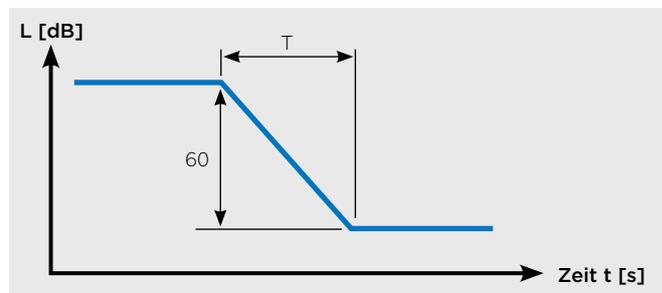


### Äquivalente Schallabsorptionsfläche

Multipliziert man den Absorptionsgrad ( $\alpha$ ) eines Materials mit seiner Fläche (S), so erhält man die äquivalente Schallabsorptionsfläche (A):  $A = \alpha \cdot S$  [m<sup>2</sup>].

### Nachhallzeit T

Die Nachhallzeit ist die Zeit, in Sekunden, die der Schalldruckpegel benötigt, um nach dem Abschalten der Schallquelle um 60 dB abzuklingen.



Die Nachhallzeit kann für die meisten Raumsituationen nach der „Sabin’schen Formel“ ermittelt werden:

$$T = 0,163 \cdot \frac{V}{A}$$

T = Nachhallzeit [s]

V = Raumvolumen [m<sup>3</sup>]

A = Äquivalente Schallabsorptionsfläche [m<sup>2</sup>]

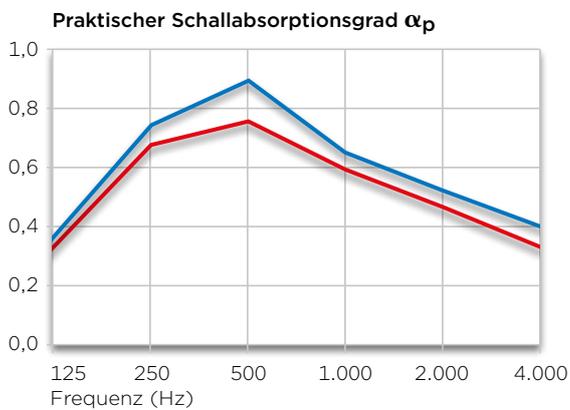
# Einflussgrößen auf das Absorptionsverhalten

Mit dem vielfältigen Sortiment an Rigips Akustikdecken lassen sich nahezu alle akustischen Anforderungen erfüllen. Die schallabsorbierenden Eigenschaften der Rigips Akustikdecken werden von folgenden Faktoren beeinflusst:

## Lochflächenanteil / Lochgeometrie

Die Wahl des Lochbildes hat in der Regel auch Einfluss auf die akustischen Eigenschaften der Deckenkonstruktion. So führt etwa eine Erhöhung des Lochflächenanteils in der Regel zu einer Erhöhung der Schallabsorption.

Bei Lochflächenanteilen über 25 % verändern sich die Werte jedoch nur noch gering.

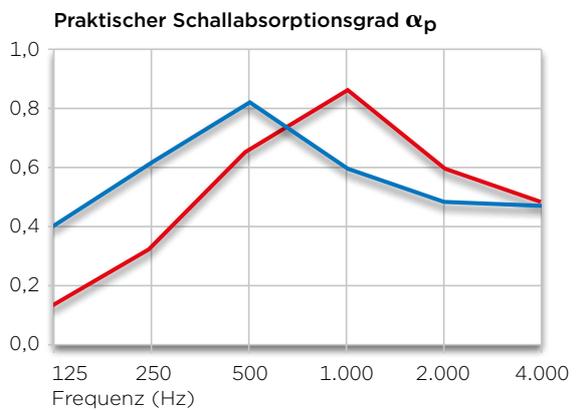


- Beispiel mit Lochflächenanteil 8,7 %
- Beispiel mit Lochflächenanteil 18,1 %

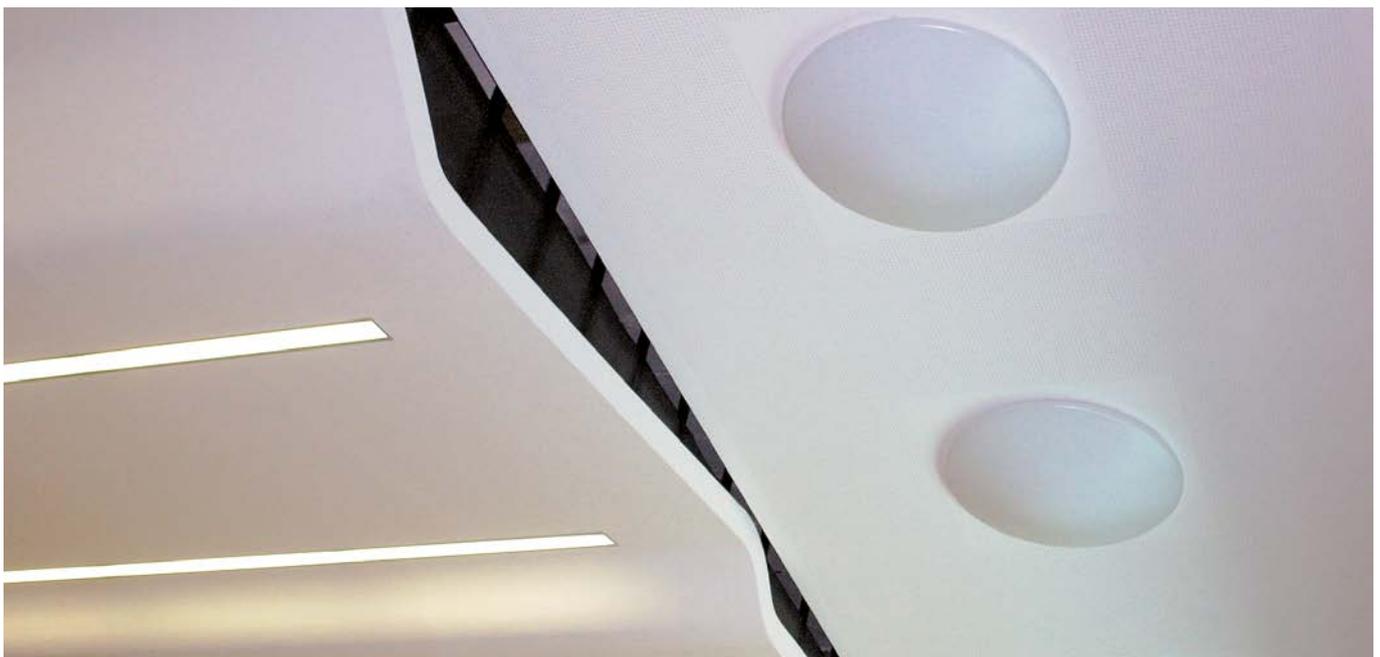
## Abhängehöhe / Lufthohlraum

Neben dem Lochbild hat auch die Abhängehöhe – der Abstand zwischen Rohdecke und Oberkante der Akustikdecke – entscheidenden Einfluss auf die akustischen Eigenschaften der Decke.

Bei geringen Abhängehöhen < 100 mm verschiebt sich die Schallabsorptionskurve in Richtung Mittel- und Hochfrequenzbereich (nach rechts). Eine Vergrößerung der Abhängehöhe wiederum führt zur Erhöhung der Schallabsorption im niederfrequenten Bereich. Bei großen Abhängehöhen  $\geq 500$  mm verliert sich dieser Effekt.



- Abhängehöhe 50 mm
- Abhängehöhe 200 mm



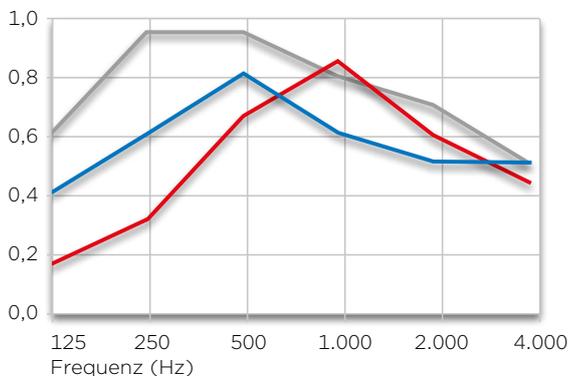
### Akustikvlies

Alle Rigips Akustikdeckensysteme sind serienmäßig rückseitig mit Akustikvlies ausgestattet und sorgen so in nahezu allen Räumen, in denen Geräusche hauptsächlich durch menschliche Stimmen verursacht werden, wie z. B. Büros, Schulen, Kindergärten, Vortrags- und Versammlungsräume für eine optimale Akustik.

### Mineralwoll-Auflage

Eine Mineralwoll-Auflage führt – gerade im tieffrequenten Bereich – zu einer Erhöhung der Schallabsorption. Daher sollte bei Deckenkonstruktionen mit geringen Abhängehöhen und bei Wandabsorbern immer eine Mineralwoll-Auflage vorgesehen werden.

Beispiel: Rigitone Activ'Air 8/18 R  
Praktischer Schallabsorptionsgrad  $\alpha_p$

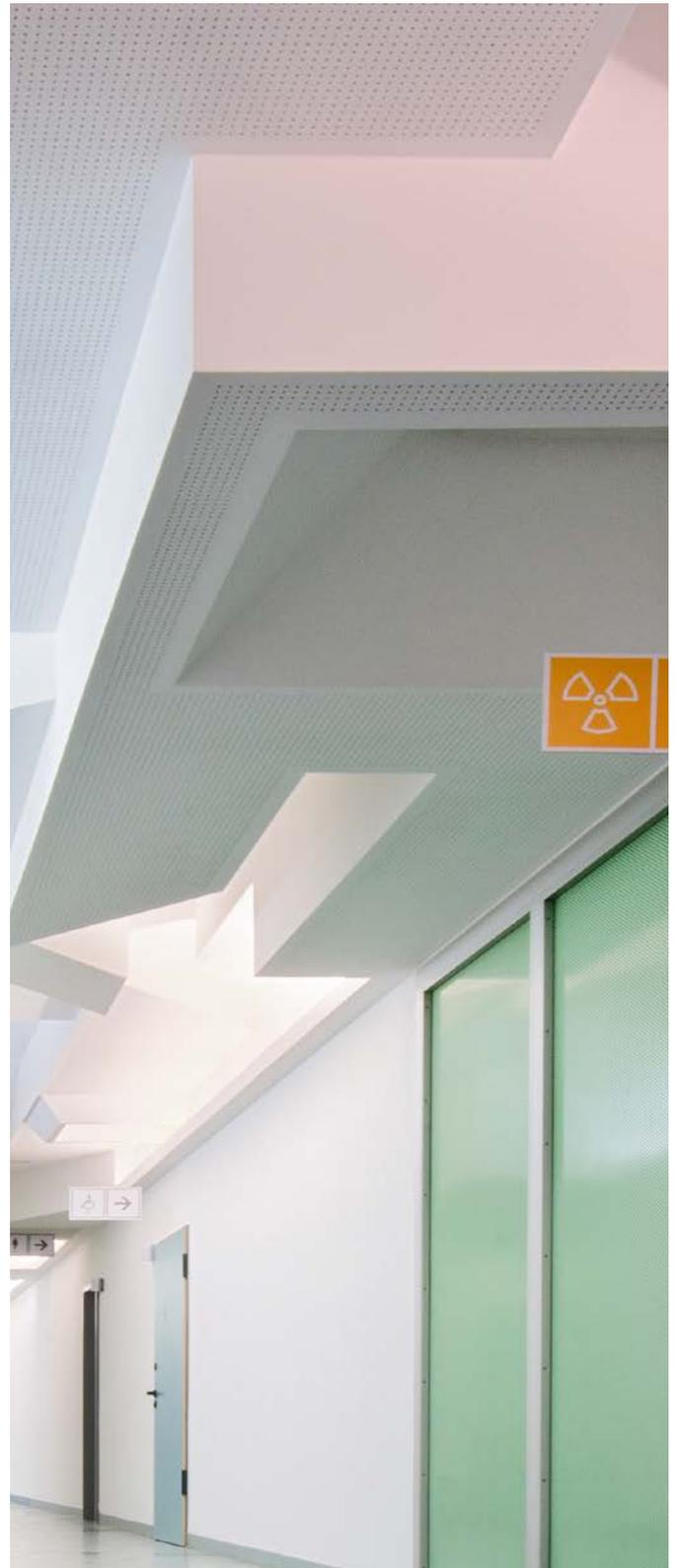


- Abhängehöhe 50 mm
- Abhängehöhe 200 mm
- Abhängehöhe 200 mm, Mineralwolleauflage 50 mm

### Wandabsorber

Zur Erzielung einer noch besseren Raumakustik können auch zusätzliche Absorberflächen an den begrenzenden Wandflächen angeordnet werden. Um hiermit eine möglichst effektive Schallabsorption über den gesamten Frequenzbereich zu gewährleisten, sollten folgende Punkte beachtet werden:

- Verwendung einer Lochplatte mit einem möglichst großen Lochflächenanteil und einem Akustikvlies
- Anordnung einer Mineralwolle



# Normen für die raumakustische Planung

## Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung

Die DIN 18041 gilt für Räume mit einem Raumvolumen bis etwa 5.000 m<sup>3</sup>, für Sport- und Schwimmhallen bis 30.000 m<sup>3</sup>. Sie legt die raumakustischen Anforderungen, Empfehlungen und Planungsrichtlinien zur Sicherung der Hörsamkeit vorrangig für die Sprachkommunikation einschließlich der dazu erforderlichen Maßnahmen fest.

Die Hörsamkeit eines Raumes wird vorwiegend durch die geometrische Gestaltung des Raumes, die Auswahl und Verteilung schallabsorbierender und schallreflektierender Flächen, die Nachhallzeit und den Gesamtstörerschalldruckpegel beeinflusst.

## Die Norm unterscheidet zwei Anwendungen:

### Gruppe A - mittlere und größere Entfernungen

wie z. B. Unterrichtsräume in Schulen, Gruppenräume in Kindertageseinrichtungen, Konferenzräume, Gerichts- und Ratssäle, Seminarräume, Hörsäle, Tagungsräume, Räume in Seniorentagesstätten, Sport- und Schwimmhallen.

Die Hörsamkeit wird sichergestellt über eine angepasste Nachhallzeit und Schallsenkung.

### Gruppe B - geringe Entfernungen

wie z. B. Verkehrsflächen mit Aufenthaltsqualität, Speiseräume, Kantinen, Spielfläche und Umkleiden in Schulen und Kindertageseinrichtungen, Ausstellungsräume, Eingangshallen, Schalterhallen, Büros.

Die Hörsamkeit wird erreicht durch Schallabsorption und Störgeräuschminderung.

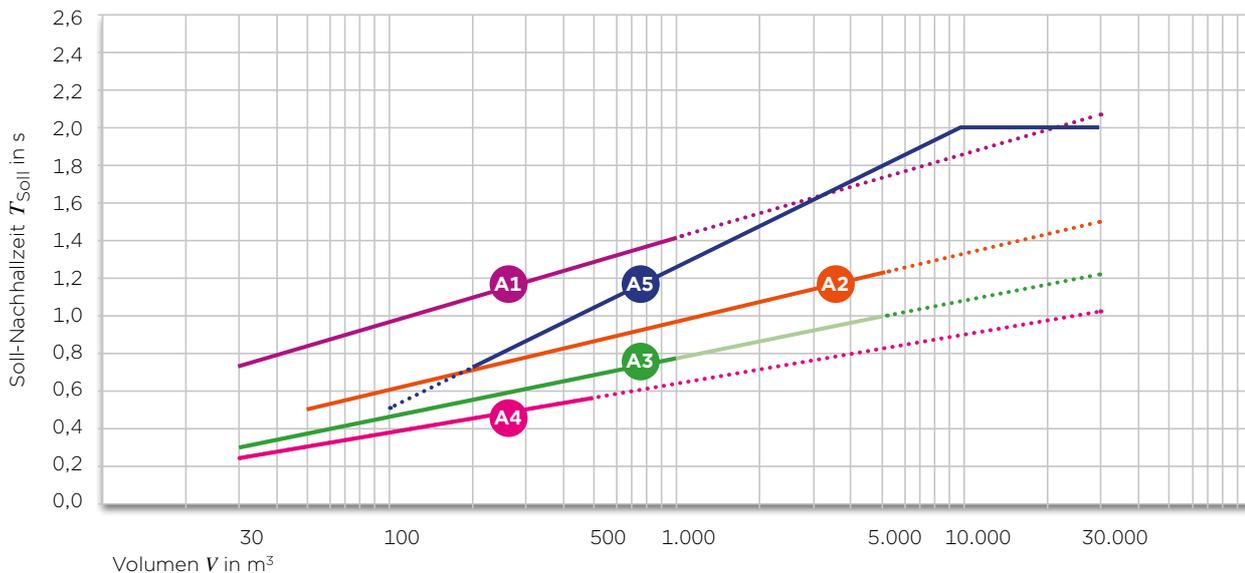


# Optimale Nachhallzeit – Räume der Gruppe A

## Räume der Gruppe A

Die Grundlage für eine gute Hörsamkeit der Raumgruppe A ist das akustisch aufeinander abgestimmte Zusammenwirken von Raumgeometrie, -größe und -ausstattung sowie dem Gesamtstör Schalldruckpegel.

Die Abhängigkeit der Soll-Nachhallzeit  $T_{\text{Soll}}$  vom Raumvolumen  $V$  ist in folgender Grafik dargestellt. Für im Sinne dieser Norm untypische Raumvolumina ist der Sollwertbereich gepunktet dargestellt.



- $T_{\text{Soll}}$  Soll-Nachhallzeit in Sekunden
- $V$  Volumen in Kubikmeter
- Soll-Nachhallzeit in Abhängigkeit vom Raumvolumen für im Sinne dieser Norm typische Raumvolumina in Sekunden
- Soll-Nachhallzeit in Abhängigkeit vom Raumvolumen in Sekunden
- ..... Soll-Nachhallzeit in Abhängigkeit vom Raumvolumen für im Sinne dieser Norm untypische Raumvolumina in Sekunden

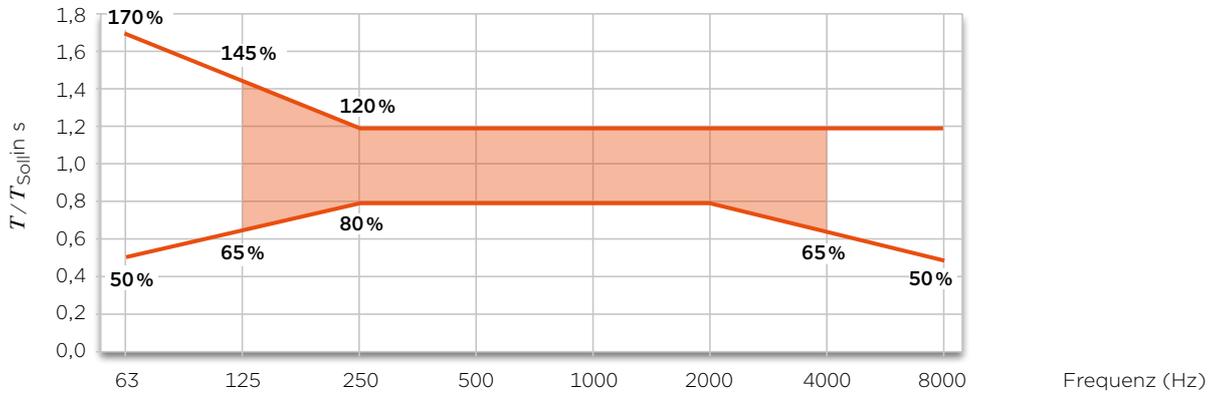
- A1 Nutzungsart: Musik**
- A2 Nutzungsart: Sprache / Vortrag**
- A3 Nutzungsart: Unterricht / Kommunikation (bis 1.000 m³) sowie Sprache / Vortrag inklusiv (bis 5.000 m³)**
- A4 Nutzungsart: Unterricht / Kommunikation inklusiv**
- A5 Nutzungsart: Sport**

Die Sollwerte der Nachhallzeit  $T_{\text{Soll}}$  für die fünf Nutzungsarten A1 bis A5 sind nach folgenden Gleichungen in Abhängigkeit vom Volumen  $V$  zu berechnen. Die Sollwerte der Nachhallzeit sind mathematisch gerundet mit zwei Nachkommastellen anzugeben.

<b>A1 Musik:</b>	$T_{\text{Soll A1}} = \left( 0,45 \lg \frac{V}{\text{m}^3} + 0,07 \right) \text{ s}$	$30 \text{ m}^3 \leq V < 1.000 \text{ m}^3$
<b>A2 Sprache / Vortrag:</b>	$T_{\text{Soll A2}} = \left( 0,37 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 0,14 \right) \text{ s}$	$50 \text{ m}^3 \leq V < 5.000 \text{ m}^3$
<b>A3 Unterricht / Kommunikation (bis 1.000 m³) sowie Sprache / Vortrag inklusiv (bis 5.000 m³):</b>	$T_{\text{Soll A3}} = \left( 0,32 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 0,17 \right) \text{ s}$	$30 \text{ m}^3 \leq V < 5.000 \text{ m}^3$
<b>A4 Unterricht / Kommunikation inklusiv:</b>	$T_{\text{Soll A4}} = \left( 0,26 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 0,14 \right) \text{ s}$	$30 \text{ m}^3 \leq V < 500 \text{ m}^3$
<b>A5 Sport:</b>	$T_{\text{Soll A5}} = \left( 0,75 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 1,00 \right) \text{ s}$	$200 \text{ m}^3 \leq V < 10.000 \text{ m}^3$
	$T_{\text{Soll A5}} = 2,0 \text{ s}$	$V \geq 10.000 \text{ m}^3$

# Optimale Nachhallzeit – Räume der Gruppe A

Der Toleranzbereich der frequenzabhängigen Nachhallzeit  $T$  ist in folgender Grafik für die Nutzungsarten A1 bis A4 gezeigt.



$T/T_{\text{Soll}}$  frequenzabhängige Nachhallzeit  $T$  bezogen auf die Soll-Nachhallzeit  $T_{\text{Soll}}$   
 $f$  Frequenz in Hertz

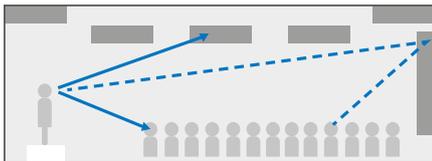
Für die Nutzungsart A5 ist der nach Gleichung ermittelte Sollwert  $T_{\text{Soll A5}}$  zwischen 250 Hz und 2000 Hz mit einer Genauigkeit von  $T_{\text{Soll A5}} \pm 20\%$  einzuhalten. Bei teilbaren Sporthallen sind die Anforderungen sowohl für die ungeteilte Halle als auch für die Hallenteile nachzuweisen.

Berechnungen auch unter [rigips.de/services/rechenservice/raumakustik-rechner](http://rigips.de/services/rechenservice/raumakustik-rechner)

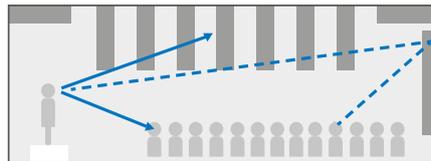
# Positionierung akustisch wirksamer Flächen

Grundsätzlich ist es wünschenswert, die absorbierenden Flächen und Elemente gleichmäßig auf die Raumboflächen bzw. im Raum zu verteilen. Zweckmäßig sind die in Beispiel A, B, D, E und F gezeigten Anordnungen. Ungünstige Absorberverteilungen zeigt das Beispiel C. Die Größe der schallabsorbierenden Oberflächen ist nach DIN 18041 zu berechnen. Schallabsorber mit bevorzugter Wirksamkeit im tief-frequenten Bereich sind in Schallquellennähe, in Raumecken oder -kanten besonders wirksam.

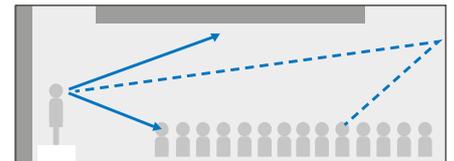
## Verteilung von Schallabsorptionsflächen für Räume kleiner bis mittlerer Raumgröße, z. B. Unterrichts- und Sitzungsräume (oben Aufrisse, darunter Deckenuntersichten)



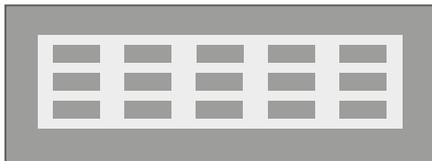
Seitenansicht



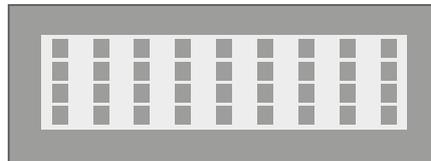
Seitenansicht



Seitenansicht



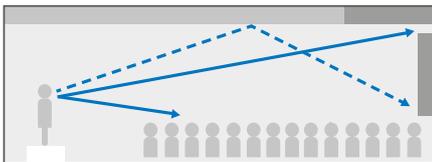
Beispiel A: günstig



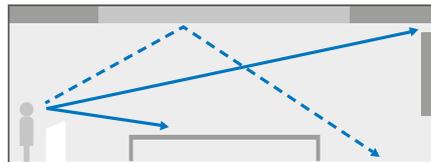
Beispiel B: günstig



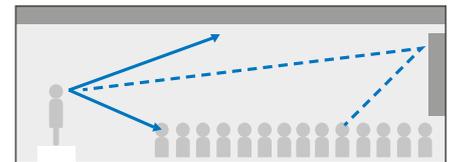
Beispiel C: ungünstig



Seitenansicht



Seitenansicht



Seitenansicht



Beispiel D: günstig

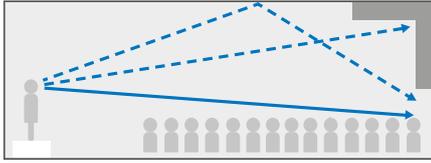


Beispiel E: günstig

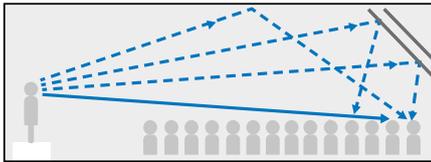


Beispiel F: günstig

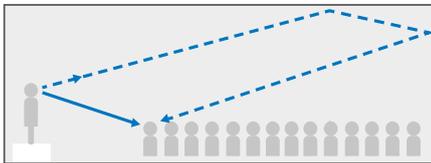
# Positionierung akustisch wirksamer Flächen



Beispiel A: günstig



Beispiel B: günstig



Beispiel C: günstig

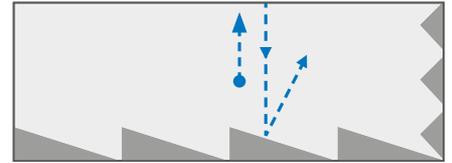
## Reflexionen an der Rückwand

In Räumen mit einer Länge von mehr als etwa 9 m können von der Rückwand direkt oder über Winkelspiegelreflexionen langverzögert Schallanteile in den vorderen Raumbereich gelenkt werden, die zu einer Minderung der Sprachverständlichkeit führen. In diesem Fall müssen diese Reflexionsflächen entweder schallabsorbierend bekleidet oder so geneigt werden, dass der auftreffende Schall als nützliche Verstärkung zu den von der Schallquelle entfernteren Hörern hin reflektiert wird (siehe unten gezeigte Beispiele A und B). Auch stark gegliederte schallstreuende Oberflächen (z. B. Bücherregale) sind zweckmäßig.

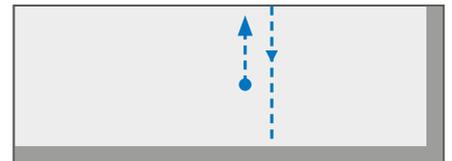


### Parallele Wände

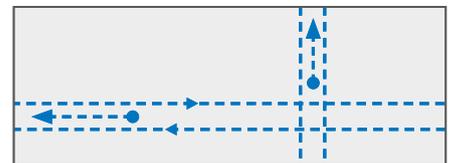
Bei zueinander parallelen Flächen sollte zumindest eine der gegenüberliegenden Flächen gegliedert oder schallabsorbierend gestaltet werden (Beispiel A und B). Dies gilt insbesondere bei größeren Räumen mit nicht ansteigender Bestuhlung. Auch eine Schrägstellung der Flächen um mindestens etwa  $5^\circ$  ist günstig.



Beispiel A: günstig



Beispiel B: günstig



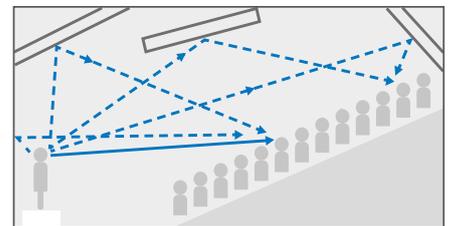
Beispiel C: günstig

### Nützliche Reflexionen für den hinteren Raumbereich

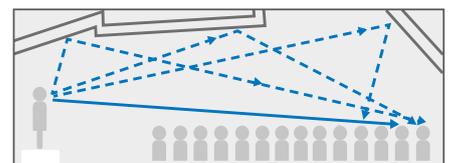
Um bei größeren Entfernungen den nützlichen Schall zu verstärken und so eine verbesserte Sprachverständlichkeit zu erzielen, wird die geeignete Anordnung und Ausrichtung reflektierender Flächen notwendig.

Die Wand hinter dem Vortragenden sowie der mittlere Teil der Decke, von dem erste Reflexionen zu den Zuhörern gelangen, sollten im mittleren und hohen Frequenzbereich schallreflektierend und als Tiefenabsorber ausgebildet werden.

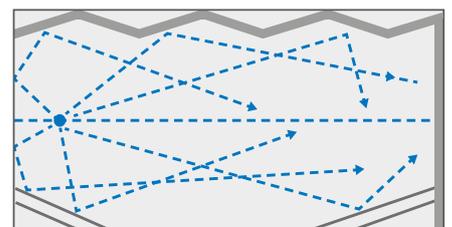
Sind die Decke oder die Seitenwandflächen nicht eben, sondern großflächig gegliedert, so sind die Einzelelemente so auszurichten, dass der Schall in die mittlere und hintere Zuhörerfläche gelenkt wird (siehe Abbildungen).



Beispiel A (Aufriss)



Beispiel B (Aufriss)



Beispiel C (Grundriss)

## Räume der Gruppe B

Für Räume der Raumgruppe B sind Maßnahmen zur Raumbedämpfung zu empfehlen. Damit werden eine Senkung des mittleren Grundgeräuschpegels im Raum und eine Begrenzung der Halligkeit erreicht.

### Nutzungsarten

Die Räume der Gruppe B sind einer der fünf Nutzungsarten B1 bis B5 zuzuordnen (In der Tabelle sind jeweilige Nutzungsarten beschrieben und Beispiele für entsprechende Räume angegeben). Vergleichbare Räume sind sinngemäß einzuordnen. Bei Räumen mit mehreren Nutzungen bzw. Nutzungsarten, z.B. Wartebereich im Krankenhaus mit einem Schalterbereich mit ständigem Arbeitsplatz, ist die jeweils höhere Empfehlung an das A/V-Verhältnis zu berücksichtigen.

Nutzungsarten mit Beschreibung und Beispiele für Räume der Gruppe B		
Nutzungsart	Beschreibung	Beispiele
B1	Räume ohne Aufenthaltsqualität	Eingangshallen, Flure, Treppenhäuser u. Ä. als reine Verkehrsfläche (ausgenommen Verkehrsflächen in Schulen, Kindertageseinrichtungen, Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen)
B2	Räume zum kurzfristigen Verweilen	Eingangshallen, Flure, Treppenhäuser u. Ä. Verkehrsflächen mit Aufenthaltsqualität (Empfangsbereich mit Wartezonen etc.), Ausstellungsräume, Schalterhallen, Umkleiden in Sporthallen
B3	Räume zum längerfristigen Verweilen	Ausstellungsräume mit Interaktivität oder erhöhtem Geräuschaufkommen (Multimedia, Klang- / Videokunst etc.), Verkehrsflächen in Schulen und Kindertageseinrichtungen (Kindergarten, Kindergruppe, Hort etc.), Verkehrsflächen mit Aufenthaltsqualität in Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen (z. B. offene Wartezonen), Patientenräume, Pausenräume, Bettenzimmer, Ruheräume, Operationssäle, Behandlungsräume, Untersuchungsräume, Sprechzimmer, Speiseräume, Kantinen, Labore, Bibliotheken, Verkaufsräume mit Aufenthaltsqualität
B4	Räume mit Bedarf an Lärminderung und Raumkomfort	Rezeption / Schalterbereich mit ständigem Arbeitsplatz, Labore mit ständigem Arbeitsplatz, Ausleihbereiche von Bibliotheken, Ausgabebereiche in Kantinen, Bewohnerzimmer in Pflegeeinrichtungen, Bürgerbüro, Büroräume <sup>a, b</sup>
B5	Räume mit besonderem Bedarf an Lärminderung und Raumkomfort	Speiseräume und Kantinen in Schulen, Kindertageseinrichtungen (Kindergarten, Kindergruppe, Hort etc.), Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen, Arbeitsräume mit besonders hohem Geräuschaufkommen (z. B. Werkstätten, Werkräume, Großküchen, Spülküchen), Callcenter <sup>a</sup> , Leitstellen, Sicherheitszentralen, Intensivpflegebereiche, Wachstationen, Bewegungsräume in Kindertageseinrichtungen, Spielflure und Umkleiden in Schulen und Kindertageseinrichtungen (Kindergarten, Kindergruppe, Hort etc.)

<sup>a</sup> Empfehlungen für Büroräume sowie Callcenter werden ausführlich in der Richtlinie VDI 2569 behandelt.

<sup>b</sup> Einzelbüros können unter Nutzungsart B3 eingeordnet werden.

### Orientierungswerte für das Verhältnis von äquivalenter Schallabsorptionsfläche eines Raumes und des Raumvolumens ( $A/V$ )

Die in der u. g. Tabelle angeführten Orientierungswerte für das mindestens erforderliche  $A/V$ -Verhältnis gelten in den einzelnen Oktaven von 250 Hz bis 2.000 Hz ohne die Berücksichtigung der Schallabsorption durch Personen und sind in Abhängigkeit von der lichten Raumhöhe  $h$  angegeben.

In mehrgeschossigen Räumen (z. B. Atrien mit angeschlossenen Laubengängen) bezieht sich  $h$  auf die gesamte Raumhöhe. Eine etagenweise Betrachtung führt jedoch zu einer größeren Absorptionsfläche und ist somit im Hinblick auf die Schallpegelminderung von Vorteil. Die mittlere lichte Raumhöhe  $h$  kann berechnet werden, indem das Raumvolumen durch die Nettogrundfläche des Raumes geteilt wird.

#### Orientierungswerte für das Verhältnis von äquivalenter Schallabsorptionsfläche $A$ zum Raumvolumen $V$

Nutzungsart	bei Raumhöhen $h \leq 2,5$ m $m^2/m^3$	
	bei Raumhöhen $h \leq 2,5$ m $m^2/m^3$	bei Raumhöhen $h > 2,5$ m $m^2/m^3$
B1	ohne Anforderung	ohne Anforderung
B2	$A/V \geq 0,15$	$A/V \geq [4,80 + 4,69 \lg (h/1 \text{ m})]^{-1}$ (7)
B3	$A/V \geq 0,20$	$A/V \geq [3,13 + 4,69 \lg (h/1 \text{ m})]^{-1}$ (8)
B4	$A/V \geq 0,25$	$A/V \geq [2,13 + 4,69 \lg (h/1 \text{ m})]^{-1}$ (9)
B5	$A/V \geq 0,30$	$A/V \geq [1,47 + 4,69 \lg (h/1 \text{ m})]^{-1}$ (10)

Dabei ist

$A$ : die äquivalente Schallabsorptionsfläche eines Raums in Quadratmeter

$V$ : das Raumvolumen in Kubikmeter

$h$ : die lichte Raumhöhe in Meter

Weitere Informationen können Sie der DIN 18041 entnehmen.







## Wärme- und Feuchteschutz

Wärmeschutz	56
Wärmeschutz - Begriffe, Kennwerte und Berechnungen	58
Feuchteschutz	60
Feuchteschutz - Begriffe, Kennwerte und Berechnungen	63
Berechnungsverfahren Wärme- und Feuchteschutz	64

## Was ist Wärmeschutz?

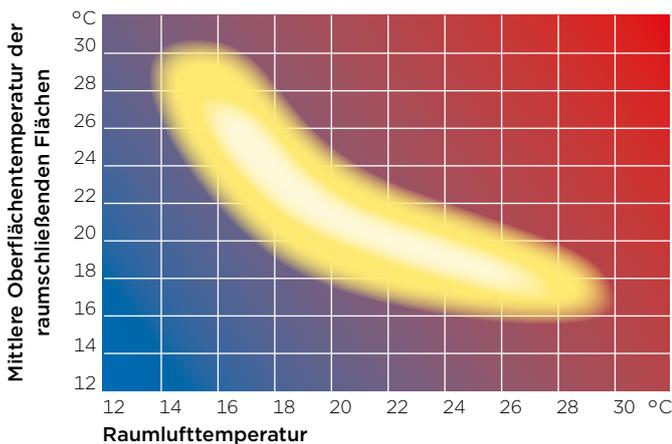
Wärmeschutz ist der Schutz vor den Auswirkungen von Temperatureinwirkungen. Hierzu zählt der Schutz vor niedrigen und vor hohen Temperaturen. Auf die Bautechnik bezogen bedeutet dies, dass die Hülle des Gebäudes je nach Jahreszeit vor abströmender Wärme im Winter oder zuströmender Wärme im Sommer schützen muss. Zur besseren Unterscheidung spricht man in der Bauphysik deshalb vom winterlichen Wärmeschutz und vom sommerlichen Wärmeschutz. Die Anforderungen werden mit der Energieeinsparverordnung EnEV und der DIN 4108 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden“ geregelt.

## Warum ist Wärmeschutz wichtig?

Der richtig geplante Wärmeschutz erfüllt eine Vielzahl von Funktionen:

- Schaffung hygienischer Wohnverhältnisse d. h. Erzielung eines gesunden und behaglichen Innenraumklimas (Gesundheitsschutz und Komfort)
- Erhaltung des Gebäudes und seiner Funktionstüchtigkeit durch Vermeidung schädlicher und unkontrollierter Tauwasserbildung (Gebäudepflege)
- Einsparung von Energie und dadurch Reduktion von Kosten, Ressourcenverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen (Wirtschaftlichkeit und Umweltschutz)

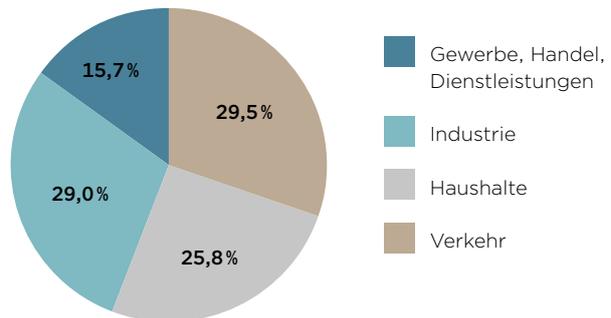
Ein wichtiges Ziel des Wärmeschutzes ist es, ein hygienisch einwandfreies Raumklima zu ermöglichen. Sinkt die Temperatur der raumseitigen Bauteiloberfläche im Winter aufgrund schlechter Wärmedämmung zu stark ab, kann es zu einer hygienisch bedenklichen Raumluft und in weiterer Folge zu Schimmelbildung kommen (s. a. Abschnitt Wärmebrücken). Ist die Oberflächentemperatur der umgebenden Bauteile gering, verliert der Körper viel Wärme (Wärmestrom von warm nach kalt) wodurch es zu unbehaglich kühlem Empfinden kommt. Bis zu einem bestimmten Grad kann dieser Wärmeverlust an die Umfassungsbauteile durch eine erhöhte Raumlufttemperatur ausgeglichen werden. Bei zu großen Unterschieden zwischen Raumlufttemperatur und Oberflächentemperaturen ist dies jedoch nicht mehr möglich.



Die Abbildung „Raumlufttemperatur“ zeigt, welche mittlere Oberflächentemperatur der Raumschließungsflächen bei welcher Raumlufttemperatur notwendig ist, um ein aus thermischer Sicht behagliches Raumklima zu erhalten. Sinkt die mittlere Umschließungsflächentemperatur (Oberflächentemperatur) der Raumumfassungsflächen unter 16 °C ist demnach ein behagliches Raumklima nicht mehr zu erreichen. Mit Dämmung wird es besser, da die Raumumfassungsflächen wärmer bleiben.

Ein guter winterlicher Wärmeschutz führt zu einem geringen Heizenergiebedarf, ein guter sommerlicher Wärmeschutz zu einem geringen Kühlenergiebedarf. Durch die richtige Architektur und Planung des winterlichen und sommerlichen Wärmeschutzes sowie Verwendung geeigneter Haustechnik sind sogar Plus-Energie-Gebäude möglich, d. h. Gebäude, welche mehr Energie erzeugen können, als sie selbst verbrauchen. Der Wärmeschutz von Gebäuden ist ein wesentlicher Baustein, um die vereinbarten Umweltschutzziele der Europäischen Union zu erreichen. Die untere Grafik zeigt die Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach dem Verursacherprinzip auf. Demnach wird auch ersichtlich, warum die Anforderungen der EnEV vornehmlich auf private Haushalte abzielen. Ein gut geplanter Wärmeschutz ist somit auch ein wesentlicher Beitrag zum Umweltschutz.

Eine fachgerechte Dämmung der Gebäudehülle ist nachweislich eine der effizientesten Maßnahmen, um Energie und Kosten zu sparen:



Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) 07/2016

### Wie funktioniert Wärmeschutz?

(Mechanismen des Wärmetransports)

Wärmeschutz bedeutet Schutz vor zu- und abströmender Wärmeenergie. Die Wärme kann dabei durch folgende drei Mechanismen transportiert werden: **Leitung, Strahlung, Konvektion**.

Die unterschiedlichen Einwirkungen die durch den Wärmetransport auf ein Bauteil treffen werden durch klimatische Bedingungen aber auch durch Nutzergewohnheiten hervorgerufen.

Bei der **Wärmeleitung** kommt es zu einer Energieweiterleitung von Molekül zu Molekül bzw. von Atom zu Atom. Mit ansteigender Temperatur nimmt die Eigenbewegung der Moleküle zu, wodurch es zu einem verstärkten Anstoßen der benachbarten Moleküle kommt. Diese stoßen Ihrerseits wieder die benachbarten Moleküle an, was schließlich zur Weiterleitung von Energie führt. Dieser Vorgang ist nicht auf Feststoffe beschränkt, sondern ereignet sich auch in Gasen und Flüssigkeiten. Aufgrund der höheren Moleküldichte ist die Wärmeleitung in Feststoffen und Flüssigkeiten in der Regel jedoch deutlich stärker ausgeprägt als in Gasen.

Bei der **Wärmestrahlung** handelt es sich, wie beim Licht, um eine elektromagnetische Strahlung. Im Gegensatz zur Strahlung von sichtbarem Licht erfolgt die Wärmestrahlung jedoch in einem für das menschliche Auge unsichtbaren, höheren Wellenlängenbereich (Infrarotstrahlung). Ein Stoff, egal ob Feststoff, Flüssigkeit oder Gas, der wärmer als  $-273,15\text{ °C}$  ist (absoluter Nullpunkt), strahlt Wärmeenergie ab. Trifft die abgestrahlte Energie auf einen anderen Körper, so wird diese in Abhängigkeit seiner Stoff- und Oberflächenbeschaffenheit teilweise reflektiert, absorbiert oder durchgelassen. Die absorbierte Wärmestrahlung führt schließlich zu einer Temperaturerhöhung des angestrahlten Stoffes, wenn die absorbierte Wärmeenergie nicht anderweitig wieder abgegeben wird. Strahlt ein Stoff nun mehr Wärme ab, als er insgesamt empfängt, so kann er auch unter die ihn umgebende Temperatur abkühlen. Zum Beispiel strahlt das Autodach an kalten, klaren Nächten seine Wärme in den Weltraum ab, empfängt im Gegenzug aber nur wenig Wärmestrahlung aus dem kalten Weltall. Das Autodach kühlt dadurch unter die Lufttemperatur ab, wodurch es zu dem oft beobachteten morgendlichen Tauwasserausfall am Autodach kommt. In der Bauphysik wird dieser Effekt auch als nächtliche Unterkühlung bezeichnet.

Bei der **Wärmekonvektion** handelt es sich um einen tatsächlichen Stofftransport. D. h. das Strömungsmedium (z. B. Luft oder Wasser) bewegt sich von Position A nach Position B und transportiert dadurch auch die in sich innewohnende Wärmeenergie. Die Bewegung des Mediums kann hierbei erzwungen sein, wie z. B. die Bewegung des Kühlwassers im Auto, oder auch auf natürliche Weise erfolgen, wie z. B. das Herausströmen von heißer Luft aus einem Kamin. Über Konvektion kann je nach Strömungsmedium und Volumenstrom eine große Menge an Wärmeenergie transportiert werden.

### Was soll Wärmeschutz können?

Eine vollständige Unterdrückung des Wärmestroms durch ein Bauteil ist in der Praxis nicht zu erreichen, die Menge des Wärmestroms kann jedoch sehr stark reduziert werden. Eine gute Wärmedämmung muss hierfür eine geringe Wärmeleitung aufweisen, den Wärmestrahlungsaustausch zwischen warmer und kalter Seite möglichst verhindern und die Luftkonvektion im Dämmstoff unterdrücken.

### Wohin mit dem Wärmeschutz im Bestand?

Eine gute Dämmung stellt eine der ersten Maßnahmen innerhalb der energetischen Optimierung dar. Anspruchsvolle Dämmlösungen sind vor allem für Bestandsgebäude gefragt, die in der Regel erhebliche Potenziale an Energieeinsparung bergen. Hierbei bietet sich nach der Dämmung des Dachs bzw. der obersten Geschoßdecke gerade die Dämmung der Außenwand an. Aus energetischer Sicht ist hier eine Außendämmung der Innendämmung vorzuziehen (eine Außendämmung vermeidet Wärmebrücken). In manchen Fällen ist eine nachträgliche Wärmedämmung von außen jedoch nicht sinnvoll oder nicht realisierbar, z. B. bei: Denkmalgeschützten Fassaden, Klinkerfassaden, Gebäuden mit hinterlüfteten Fassaden, Einhaltung der Bebauungsgrenzen, Teilbereichsdämmung einzelner Wohneinheiten wie z. B. Eigentumswohnungen. Als sinnvolle Alternative zur Dämmung der Außenwände von außen erweist sich hier die Innenwanddämmung, der zwei wichtige bauphysikalische Aufgaben zukommen. Zum einen müssen je nach Alter des zu dämmenden Gebäudes und Wand-Typs enorme Wärmeverluste vermieden werden und zusätzlich sorgt eine Innendämmung für eine deutliche Verkürzung der Aufwärmzeiten von Räumen und eine nachhaltige Senkung des Energieverbrauchs. Neben der Wahl der richtigen Dämmung ist das Raumklima ein weiterer wichtiger Aspekt bei der energetischen Optimierung von Gebäuden. Hier spielen, neben dem natürlichen Luftaustausch, die Raumluftfeuchtigkeit sowie die Oberflächentemperatur der Außenwände eine wesentliche Rolle. Holz und Kohleöfen sorgten früher mit ihrer Strahlungswärme für gleichmäßige Oberflächentemperaturen der Außenwände. Die in Verbindung mit heute üblichen Konvektionsheizkörpern auftretenden, typischen Probleme lassen sich durch den Einsatz einer effektiven Innendämmung vermeiden.

## Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda$ -Wert)

Die wärmedämmenden Eigenschaften verschiedener Materialien werden durch die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  gekennzeichnet, die durch Labormessungen bestimmt wird. Sie ist ein Maß dafür, wie stark bzw. schwach die oben definierten Wärmetransportmechanismen insgesamt im Material ausgeprägt sind. Die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  wird dabei von der Porenstruktur und damit der Rohdichte beeinflusst. Man kann daher davon ausgehen, dass Materialien mit einer hohen Rohdichte in der Regel eine gute Leitfähigkeit haben. Für die Berechnungen und bei der Angabe der Wärmeleitfähigkeit bei Wärmedämmung wird üblicherweise der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  (enthält einen Sicherheitsaufschlag) verwendet. Für die Berechnung von z. B. der Leistungsfähigkeit einer Beplankung unter Kühldeckensystemen wird üblicherweise der Messwert  $\lambda_{10, trocken}$  verwendet. Hier soll die Wärme möglichst schnell durch die Beplankung geleitet werden. Der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  würde in dem Fall durch den für Dämmstoffe enthaltenen Sicherheitszuschlag die Leistungsfähigkeit solch einer Beplankung für diese spezielle Anwendung entgegen der tatsächlichen Wirkung rechnerisch und damit künstlich verbessern. Deshalb ist in diesem Fall die Verwendung des Messwertes näher an der Realität.

## Wärmedurchlasswiderstand (R-Wert)

Als Wärmedurchlasswiderstand wird der Widerstand bezeichnet, der dem Wärmestrom durch ein homogenes Bauteil bzw. eine homogene Bauteilschicht, bei mehrschichtigen Bauteilen, bei einer Temperaturdifferenz von 1 Kelvin auf einer Fläche von 1 m<sup>2</sup> zwischen seinen Oberflächen entgegengesetzt. Der Wärmedurchlasswiderstand errechnet sich aus dem Quotienten der Dicke  $d$  und der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  des Materials eines homogenen Bauteils. Bei mehreren homogenen Schichten eines Bauteils addieren sich die Einzelwiderstände.

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad \text{bzw.} \quad R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_n}{\lambda_n} = \sum \frac{d}{\lambda}$$

Maßeinheit: (m<sup>2</sup>·K)/W

## Wärmeübergangswiderstand $R_s$

Der Widerstand der dem Wärmestrom an der Grenzschicht bzw. Oberfläche des Bauteils zum umgebenden Medium (meist Luft) entgegengesetzt wird, ist der thermodynamische Kennwert des Wärmeübergangswiderstandes  $R_s$ . Der Wärmeübergangswiderstand hängt vom Bewegungszustand der Luft, der Geschwindigkeit der Strömung bzw. der Konvektion, der Oberflächenbeschaffenheit, welche die Strahlung und Absorption beeinflusst, sowie den Temperaturverhältnissen der Umgebung ab. Weiter wird zwischen  $R_{si}$  (Widerstand an der inneren Bauteiloberfläche) und  $R_{se}$  (Widerstand an der äußeren Bauteiloberfläche) unterschieden. Die hierfür anzusetzenden Werte sind der DIN EN ISO 6946 (siehe Tabelle) zu entnehmen. Dabei wird nach der Richtung des Wärmestroms horizontal, abwärts oder aufwärts unterschieden. Bei Dachflächen wird anhand der Neigung differenziert: Dachflächen mit Neigungen  $\geq 30^\circ$  werden den Wänden (horizontal) zugeordnet, Dachflächen mit Neigungen  $< 30^\circ$  werden wie ein Flachdach (aufwärts) betrachtet.

## Wärmeübergangswiderstand

Wärmeübergangswiderstand m <sup>2</sup> ·K/W	Richtung des Wärmestromes		
	aufwärts	horizontal	abwärts
$R_{si}$	0,10	0,13	0,17
$R_{se}$	0,04	0,04	0,04

## Wärmedurchgangswiderstand $R_T$

Der Wärmedurchgangswiderstand  $R_T$  errechnet sich durch Addition aller Wärmedurchlasswiderstände der Stoffschichten eines Bauteils sowie der Wärmeübergangswiderstände der beiden Außenseiten des Bauteils und stellt den Gesamtwiderstand des Bauteils von einer zur anderen Seite dar.

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_{se}$$

Maßeinheit: (m<sup>2</sup>·K)/W

Grundsätzlich gilt: je höher der Wärmedurchgangswiderstand, desto besser die Wärmedämmung.

## U-Wert

Für einen guten winterlichen Wärmeschutz muss die Wärmedämmung der gesamten Gebäudehülle hohe Anforderungen erfüllen. Die thermische Qualität eines Bauteils wird im Allgemeinen durch seinen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) beschrieben. Dieser setzt sich aus den einzelnen Wärmeleitfähigkeiten der verwendeten Materialien, deren Dicken und den Wärmeübergangswiderständen zusammen. Wie bei den Wärmeleitfähigkeiten spricht ein kleiner U-Wert des Bauteils für eine gute thermische Dämmung. Die Verwendung von einzelnen Materialien mit geringen Wärmeleitfähigkeiten führt automatisch zu einem geringen U-Wert des gesamten Bauteils. Der U-Wert ergibt sich durch den Kehrwert des Wärmedurchgangswiderstand  $R_T$ .

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Maßeinheit: W/(m<sup>2</sup>·K)

### Wärmebrücken

Als Wärmebrücken werden lokal begrenzte, „gestörte“ Bereiche in der ansonsten ungestörten Gebäudehülle bezeichnet, bei denen es zu erhöhten Wärmeverlusten kommt. Grundsätzlich wird zwischen drei verschiedenen Arten von Wärmebrücken unterschieden:

Bei zusammengesetzten Bauteilen findet man **materialbedingte Wärmebrücken**. Ein typisches Beispiel sind sichtbare, hellere Stellen auf einem Wärmedämmverbundsystem durch Tellerdübel bzw. Verbindungsmittel.



Übliche **konstruktionsbedingte Wärmebrücken** sind Querschnittsreduzierungen wie z.B. Fensterlaibungen, Heizkörpernischen, Rollladenkästen oder Installationsschlitze.

**Geometrische Wärmebrücken** zeichnen sich durch ein nicht ausgewogenes Verhältnis zwischen Wärme abführender Außenseite zu Wärme zuführender Innenseite aus. Beispiele hierfür sind Ecken von Wänden oder auch Fensterlaibungen. Häufig bildet gerade diese Form der Wärmebrücken optimale Bedingungen für einen Schimmelpilzbefall in Wohnungen.

Nicht selten treten die verschiedenen Arten der Wärmebrücken auch in Kombinationen auf.

Grundsätzlich können Wärmebrücken im Winter zu geringen Oberflächentemperaturen auf der Innenseite des Bauteils und unter ungünstigen Umständen zur Schimmelbildung führen. Wärmebrücken sind deshalb durch konstruktive Maßnahmen auf ein unkritisches Minimum zu reduzieren (DIN 4108-2).

**Hinweis:** Im physikalischen Sinn gibt es keine Kälte, weshalb es auch keine „Kältebrücken“ geben kann.

### Winddicht

Gebäude sollen in erster Linie vor Wind und Wetter schützen, d. h. die Gebäudehülle muss dicht gegen Niederschlag, aber auch gegen Wind sein. Die Auswirkungen von eindringendem Niederschlag in die Konstruktion sind gemeinhin bekannt, die negativen Auswirkungen einer fehlenden Winddichtheit sind oft unsichtbar. Gelangt kalte Luft in die Dämmebene eines Außenbauteils, so führt dies zu einer deutlichen Erhöhung des Wärmestroms durch das Bauteil und somit zu einer Erhöhung seines U-Wertes. Eine unterbrochene Winddichtheitsebene kann den U-Wert der Dachkonstruktion bei Windanströmung um mehr als den Faktor 6 erhöhen. Der mögliche Eintrag von Flugschnee oder Schlagregen in die Konstruktion ist ebenfalls ein Grund dafür, warum auf der Außenseite eine durchgehende winddichte Ebene anzuordnen ist.

### Luftdicht

Über Luftströmung (Konvektion) kann viel Wärme transportiert werden. Im Sommer wird durch Konvektion bewusst Wärme aus dem Gebäude transportiert. Im Winter führt ein Luftaustausch mit kalter Außenluft hingegen zu einem ungewollten Wärmeabfluss aus dem Gebäude, was die Heizkosten erhöhen oder die Behaglichkeit im Raum verringern kann. Eine möglichst luftdichte Gebäudehülle ist deshalb eine Grundvoraussetzung für einen guten Wärmeschutz. Am einfachsten lässt sich die Luftdichtheit der Gebäudehülle durch das Blower-Door-Verfahren bereits während der Bauphase überprüfen.

### Sonnenschutz

Neben dem winterlichen Wärmeschutz ist auch der sommerliche Wärmeschutz zu planen, wobei die jeweiligen Anforderungen hier genau gegensätzlich sein können. Im Winter sind große, nach Süden orientierte Fensterflächen erwünscht, um die winterliche Sonneneinstrahlung zur Erwärmung der Räume zu nutzen. Im Sommer ist dieser Effekt jedoch unerwünscht, da es dadurch zu einer starken Überhitzung der Räume kommen kann und der Energieverbrauch zur Raumkühlung unverhältnismäßig hoch oder das Raumklima unangenehm wird. Für einen guten sommerlichen Wärmeschutz ist demnach die Planung des möglichst außenliegenden Sonnenschutzes von besonderer Bedeutung.

## Was ist Feuchteschutz?

Unter Feuchteschutz versteht man alle Maßnahmen, welche dem Schutz von Bauteilen vor Feuchtigkeit dienen. Hierbei spielt es keine Rolle, ob die Feuchtigkeit in Form von Niederschlag, Wasserdampf oder Grundwasser auftritt.

Der **konstruktive Feuchteschutz** soll das Bauteil vor flüssigem Wasser und kritischer Luftströmung schützen. Er stellt grundsätzlich die sicherste Art des Feuchteschutzes dar und sollte daher bevorzugt angewendet werden. Beispiele hierfür sind: trockene Baustoffe, ausreichende Dachüberstände, Betonsockel zur Lagerung von Holzbauteilen, die zweite wasserführende Ebene im Steildach oder die luftdichte Ebene im Bauteil. Die Möglichkeiten des konstruktiven Feuchteschutzes sind stets maximal auszuschöpfen und zu bevorzugen.

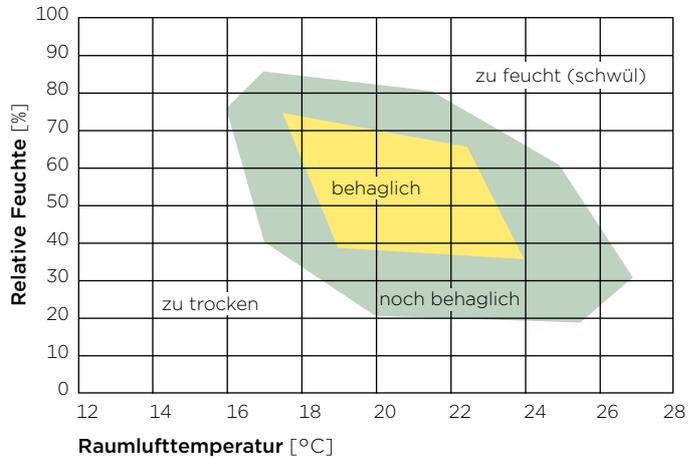
Der **physikalische Feuchteschutz** soll das Bauteil vor der Feuchtigkeit schützen, welche trotz korrektem, konstruktivem Feuchteschutz in das Bauteil gelangt. Ziel ist nicht die generelle Vermeidung von Feuchtigkeit im Bauteil, was physikalisch ohnehin nicht möglich ist, sondern die Vermeidung von schädlichen Feuchtemengen. Der physikalische Feuchteschutz ist in bewohnten Gebäuden unerlässlich und Feuchtemanagement ein Kerngebiet der Bauphysik.

## Warum brauchen wir Feuchteschutz?

Seit jeher war und ist die Einwirkung von Feuchtigkeit auf Gebäude und Konstruktionen ein Problem beim Bau aber auch bei der Nutzung von Gebäuden. „Bauliche Anlagen sowie andere Anlagen und Einrichtungen [...] müssen so angeordnet, beschaffen und gebrauchstauglich sein, dass durch Wasser, Feuchtigkeit, [...] Gefahren oder unzumutbare Belästigungen nicht entstehen“ (MBO §16). Werden Bauteile nicht vor Feuchtigkeit geschützt, so kann es zu einer Feuchteakkumulation in den eingesetzten Materialien kommen, die dort z. B. zunächst zu einer Schimmelpilzbildung führen können und insbesondere bei Holzkonstruktionen im ungünstigsten Fall auch einen Befall mit holzerstörenden Pilzen nach sich ziehen kann. Des Weiteren ist der Feuchteschutz zur Sicherstellung von hygienisch einwandfreien Wohnbedingungen von großer Bedeutung, denn mangelnder Feuchteschutz reduziert den Wärmeschutz. Andersherum führt ein schlechter Wärmeschutz zu Feuchteschäden. Die Beachtung dieser Wechselwirkung ist für das Erreichen eines behaglichen Raumklimas, welches das Wohlbefinden, die Gesundheit und auch die Leistungsfähigkeit der Bewohner stark beeinflusst unabdingbar.

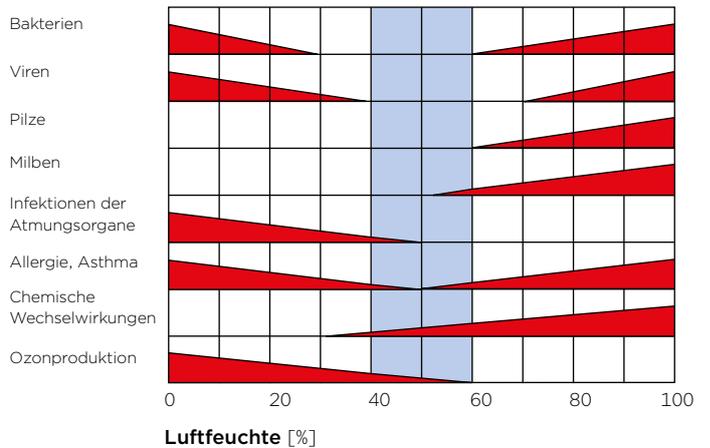
## Behaglichkeitsfeld

Raumluftfeuchte - Raumtemperatur



Nach Frank W. (1975), Berichte aus der Bauforschung - Raumklima und Thermische Behaglichkeit. Berlin-München-Düsseldorf: Ernst & Sohn KG.

## Raumluftfeuchte und menschlich-biologische Wechselwirkungen



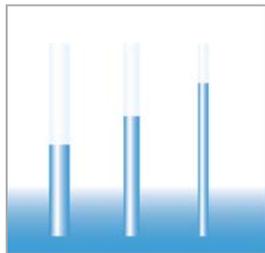
Entwicklung biologischer Organismen und Wechselwirkungen mit menschlichen Organen und der Umgebung (Scofield u. Sterling ASHRAE Journal 34)

### Wie funktioniert Feuchteschutz?

Durch einen fachgerechten Feuchteschutz sollen Bauteile vor dem Eindringen schädlicher Mengen an Feuchtigkeit geschützt werden. Dazu gilt es, die verschiedenen Mechanismen des Feuchtetransports zu verstehen: **Rinnen und Tropfen, kapillares Saugen, Diffusion, Konvektion.**

Beim Feuchtetransport durch **Rinnen oder Tropfen** handelt es sich um einen Flüssigwassertransport. Kommt es z. B. aufgrund einer Leckage in der wasserführenden Schicht in der Dachabdichtung zu einem Flüssigwassereintritt, so muss das Bauteil zumeist mit hohem Aufwand saniert werden. Flüssigwassereintritte können teils gravierende Bauschäden verursachen. Die eingedrungenen Feuchtemengen sind zumeist zu groß, um auf natürliche Weise in ausreichender Menge aus dem Bauteil abtransportiert zu werden. Ein Flüssigwassereintritt durch Rinnen oder Tropfen muss durch geeignete Konstruktionen und Materialien deshalb unbedingt vermieden werden.

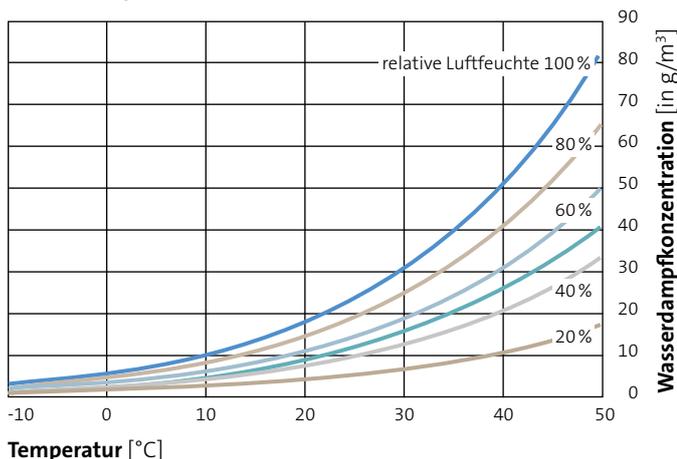
Beim Feuchtetransport durch **kapillares Saugen** handelt es sich ebenfalls um einen Flüssigwassertransport. Durch kapillares Saugen können je nach Material erhebliche Mengen an Flüssigkeit transportiert werden. Je enger hierbei die Kapillare, desto stärker ist die Saugkraft und desto weiter kann Wasser transportiert werden. Der Feuchteeintrag durch kapillares Saugen kann problematisch sein und muss durch die Wahl geeigneter Konstruktionen und Materialien gering gehalten oder ganz verhindert werden, z. B. durch hydrophobierten Außenputz oder kapillar brechende Schichten im Mauerwerk, insbesondere im Sockelbereich.



Beim Feuchtetransport durch **Diffusion** wird Wasser gasförmig ohne äußere Einwirkungen transportiert. Bei der Wasserdampfdiffusion kommt es, ähnlich wie beim Wärmetransport, zu einem Diffusionsstrom vom Bereich mit höherer Wasserdampfkonzentration hin zum Bereich mit geringerer Wasserdampfkonzentration.

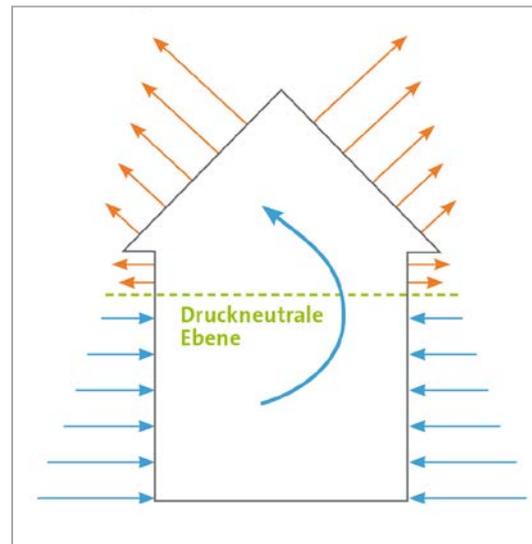
Die absolute Luftfeuchtigkeit (Wasserdampfkonzentration) beschreibt dabei die Wassermasse, welche sich als Dampf in der Luft befindet. Die Abbildung unten zeigt die Abhängigkeit der relativen Luftfeuchtigkeit von Wasserdampfkonzentration und der Temperatur. Je wärmer es ist, desto mehr Wassermoleküle können sich in gasförmigem Zustand in der Luft anreichern. Wird jedoch der maximal mögliche Wassergehalt in der Luft erreicht, d. h. eine relative Luftfeuchte von 100%, so kondensiert das Wasser an

### Wasserdampfkonzentration



kälteren Oberflächen. Der Diffusionsstrom ist im Winter im Allgemeinen vom Innenraum nach außen gerichtet. Durch die geringen winterlichen Lufttemperaturen ist der Wasserdampfpartialdruck auf der Außenseite des Bauteils (-10 °C / 80% rF) üblicherweise geringer als im Innenraum (23 °C / 50% rF). Während der Sommermonate kann sich die Diffusionsrichtung jedoch umkehren, da sich das Bauteil infolge der Sonneneinstrahlung aufheizt. Dieser Prozess der Umkehrdiffusion ist wichtig, um die Tauglichkeit bestimmter Bauteile zu gewährleisten.

Beim Feuchtetransport durch **Konvektion** wird Wasserdampf in der strömenden Luft mittransportiert, wobei die Luftbewegung durch eine Luftdruckdifferenz hervorgerufen wird. Die Luft strömt dabei vom Bereich mit höherem Luftdruck in den Bereich mit geringerem Luftdruck. In einem beheizten Gebäude stellt sich aufgrund des thermischen Auftriebs (Kamineffekt) in höheren Positionen ein Überdruck und an niedrigeren Positionen ein Unterdruck im Vergleich zum Außenluftdruck ein. Die Abbildung unten verdeutlicht dies anhand eines zweistöckigen Gebäudes. Der winterliche Überdruck liegt in Wohngebäuden je nach Gebäudehöhe und Temperaturdifferenz bei etwa 5 Pa. Konvektive Feuchteinträge in Baukonstruktionen können durch eine durchgehende Luftdichtheitsschicht auf der Innenseite unterbunden werden. Mögliche Leckagen in der Luftdichtheitsschicht im oberen Gebäudebereich können aufgrund des Überdruckes zu einem stetigen konvektiven Feuchtestrom in das Bauteil führen. Die Feuchtemenge, welche durch Konvektion transportiert wird, kann jene durch Diffusion um ein Vielfaches übersteigen.



Luftdruckverhältnisse zwischen Innen- und Außenbereich eines Gebäudes aufgrund des thermischen Auftriebs

Bei allen Feuchtetransportmechanismen, bei denen gasförmiges Wasser in der Luft transportiert wird, bedingt eine Abkühlung der Luft oder das Auftreffen auf eine kältere Oberfläche eine Kondensation des Wasserdampfes zu flüssigem Wasser. Diese Tauwasserbildung im inneren von Bauteilen kann zu denselben Schäden führen, die von außen eindringendes Wasser verursacht. Allerdings geschieht dies zumeist langsam und zunächst unsichtbar, weshalb die Tauwasserfreiheit von Bauteilen von enormer Wichtigkeit ist.

Bei allen Feuchtetransportmechanismen, bei denen gasförmiges Wasser in der Luft transportiert wird, bedingt eine Abkühlung der Luft oder das Auftreffen auf eine kältere Oberfläche eine Kondensation des Wasserdampfes zu flüssigem Wasser, sofern die Luft die maximal aufnehmbare Wasserdampfmenge (Sättigungsmenge) erreicht hat. Diese Tauwasserbildung im inneren von Bauteilen kann zu denselben Schäden führen, die von außen eindringendes Wasser verursacht. Allerdings geschieht dies zumeist langsam und zunächst unsichtbar, weshalb die Begrenzung der Tauwassermenge in Bauteilen auf ein Minimum von enormer Wichtigkeit ist.

## Was muss Feuchteschutz können?

Die Planung eines funktionstüchtigen Feuchteschutzes von Bauteilen ist eine grundlegende Voraussetzung, ein dauerhaftes Gebäude mit gesundem Raumklima zu erreichen, weshalb die zuvor genannten Feuchtetransportmechanismen in die Bauteile hinein verhindert bzw. bestmöglich zu reduzieren sind. Die nachfolgenden grundlegenden Regeln zur korrekten bauphysikalischen Planung des Feuchteschutzes setzen ein gegen Rinnen oder Tropfen abgedichtetes Bauteil dabei voraus.

## Diffusionsgefälle von innen nach außen

Eine grundlegende Regel zur feuchtetechnisch korrekten Planung von Bauteilen stellt der Leitspruch „innen dichter als außen“ dar. Hiermit sind die Diffusionswiderstände der Materialschichten auf der warmen und kalten Seite der Wärmedämmschicht gemeint. D. h. die höheren Diffusionswiderstände gehören immer auf die warme Seite der Wärmedämmung (innen), wobei die einzelnen  $s_d$ -Werte der verschiedenen Materialien aufaddiert werden müssen, z. B. Dampfbremse mit Rigips Platte (innen) oder ein WDVS inkl. Putz (außen). Durch diese grundsätzliche Regelung wird sichergestellt, dass mehr Feuchtigkeit aus der Konstruktion über die Außenoberfläche heraus, als vom Innenraum in die Konstruktion hinein diffundieren kann. Eine Auffeuchtung des Bauteils durch Diffusion wird dadurch verhindert. Um eine ausreichende Austrocknung zu ermöglichen, sollte der Diffusionswiderstand auf der Außenseite möglichst gering sein. Durch die Wahl der richtigen Materialien und sorgfältige Ausführung können so feuchtetechnisch sichere Konstruktionen errichtet werden.

## Innen luftdicht

Durch Luftströmung kann eine deutlich größere Menge Wasserdampf transportiert werden als durch Diffusion. Das ist auch der Grund, weshalb eine Luftleckage an der Innenseite des Bauteils die Dauerhaftigkeit der Konstruktion beeinträchtigen kann. Gelangt z. B. im Winter Luft vom Innenraum in die Konstruktion, so kann diese an der außenseitigen Bekleidung unter den Taupunkt abkühlen, so dass es dort zur Tauwasserbildung kommt. Es besteht die Gefahr einer starken Auffeuchtung, die zu enormen Schäden führen kann. Aufgrund des hohen Schadenpotentials von innenseitigen Luftleckagen ist auf der warmen Seite der Dämmung eine maximal luftdichte Ebene herzustellen.

## Trocknungspotential sicherstellen

Bauteile vollständig luftdicht zu errichten ist praktisch nicht möglich. Auch bei gewissenhafter Ausführung der Luftdichtheitsebene, können kleine Undichtigkeiten an Verklebungen, Elektroinstalltionen, Klammerdurchdringungen oder bei Elementstößen nicht ausgeschlossen werden. Bauteile sollten deshalb eine gewisse Robustheit gegen solche Imperfektionen aufweisen. Da jedoch in der Theorie eine 100 % luftdichte Konstruktionen planbar ist, wird häufig die Meinung vertreten, dass bei einer quasi dampfdichten Ausführung der innenseitigen Luftdichtheitsebene gar keine Feuchtigkeit aus dem Innenraum in die Konstruktion gelangen kann. Diese Einschätzung kann jedoch zu gravierenden Bauschäden führen, denn vor allem Bauteile mit hohen außenseitigen Diffusionswiderständen sind wenig bis gar nicht fehlertolerant. Um dennoch schadensfreie

Konstruktionen bauen zu können, wurden die feuchteadaptiven Dampfbremsen entwickelt, die vereinfacht gesagt, im Winter dicht und im Sommer durchlässig sind.

## Feuchteadaptive Dampfbremse verwenden

Mit Hilfe einer Dampfbremse kann der Diffusionsstrom in und aus dem Bauteil geregelt werden. Im Allgemeinen weisen Dampfbremsen einen konstanten  $s_d$ -Wert auf, d. h. ihr Diffusionswiderstand ist bei allen baupraktisch relevanten Klimabedingungen nährungsweise gleich. Die sich ändernden Klimabedingungen im Laufe eines Jahres wirken sich jedoch auch auf die feuchtetechnischen Belastungen eines Bauteils aus. Gleichbleibende Materialeigenschaften stehen der optimalen Ausführung von bauphysikalisch anspruchsvollen Konstruktionen mit dynamischen Anforderungen entgegen.

Bewährte, feuchteadaptive Dampfbremsen verändern ihren  $s_d$ -Wert in Abhängigkeit von den vorhandenen Klimabedingungen. Im Winter weisen sie einen hohen  $s_d$ -Wert auf, wodurch der winterliche Feuchteeintrag durch Diffusion in die Konstruktion stark reduziert wird. Im Sommer sinkt der  $s_d$ -Wert auf einen Bruchteil des Winterzustandes ab, wodurch sichergestellt wird, dass im Sommer deutlich mehr Feuchtigkeit aus der Konstruktion rücktrocknen kann, als im Winter durch Diffusion in das Bauteil gelangt. Auch geringe konvektive Feuchteinträge bleiben aufgrund des deutlich höheren Rücktrocknungspotentials üblicherweise schadensfrei.

## Schlagregenschutz

Starker Regen in Kombination mit Windeinwirkung führt zu Schlagregen. Der Wind ist dabei sogar in der Lage das Wasser in den Putz oder das Mauerwerk hineinzudrücken. Durch Schlagregen können Schäden an Putz und Mauerwerk entstehen (insbesondere in Kombination mit Frosteinwirkungen) und gerade bei Innendämmungen kann Schlagregen auf nicht ausreichend geschützten Fassadenflächen zu hohen Feuchteakkumulationen hinter der Dämmebene führen. Schutz vor Schlagregen ist durch konstruktive Maßnahmen oder durch wasserabweisende Beschichtungen oder Putze zu erreichen. Welche Schlagregenbelastung für ein Bauteil zu erwarten ist, hängt dabei z. B. vom Ort, der Lage, der Orientierung, der Windbelastung und der Jahresniederschlagsmenge ab.

## Raumluftfeuchte/Nutzerverhalten

Das Nutzerverhalten hat maßgebenden Einfluss auf die klimatischen Bedingungen in Innenräumen. Die Eigenschaften der Raumluft hängen dabei neben den wärmetechnischen und konstruktiven Bedingungen sowie der relativen Luftfeuchte deutlich von den Lebensgewohnheiten, dem Heizungs- und Lüftungsverhalten aber auch von Einrichtungsgegenständen ab. Um einen Schimmelpilzbefall durch Feuchteschäden zu vermeiden, sollten Feuchtelasten in der Raumluft ständig abgeführt werden (z. B. durch regelmäßiges Stoßlüften/kompletter Luftwechsel). Hinweise zum richtigen Lüften finden sich z. B. auf der Internetpräsenz des Umweltbundesamtes (<https://www.umweltbundesamt.de>) sowie im „Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen“ des Umweltbundesamtes.

## Typische Feuchtequellen in Wohnungen

Feuchtequellen		Feuchteabgabe	
<b>Mensch</b>	überwiegend nicht aktiv oder leichte Aktivität, je Person	50 g/h	1.200 g/d <sup>1)</sup>
<b>Pflanzen</b>	repräsentativer Mittelwert für verschiedene Zimmerpflanzen (Mix von verschiedenen Zimmerpflanzen), je Stück	2 g/h <sup>6)</sup>	50 g/d <sup>6)</sup>
<b>Küche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kochvorgänge</li> <li>• Geschirrspüler (Geschirr abgekühlt)</li> <li>• Spülen unter fließendem Wasser (50 °C)</li> <li>• Spülen im Spülbecken (50 °C)</li> </ul>	700 g/h – 1.000 g/h	100 g/Spülvorgang
<b>Bad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wannenbad</li> <li>• Duschen</li> <li>• Abtrocknen</li> </ul>	etwa 700 g/h	etwa 300 g/Bad <sup>2)</sup>
		etwa 2.600 g/h	etwa 300 g/Dusche <sup>2)</sup>
		70 g/Vorgang	
<b>Wäschetrocknen</b> <sup>5)</sup>	5 kg geschleudert	2.500 g/Waschmaschine	
<b>Haustiere</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aquarium (90% abgedeckt, 26 °C)</li> <li>• Katze</li> <li>• Hund (mittelgroß, 20 kg)</li> </ul>	6 g/(h·m <sup>2</sup> ) <sup>4)</sup>	150 g/(d·m <sup>2</sup> ) <sup>4)</sup>
		10 g/h	250 g/d <sup>1)</sup>
		40 g/h	950 g/d <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Anwesenheit 24 h/d

<sup>2)</sup> 20 min Wannenbad

<sup>3)</sup> 5 min Dusche und Abtrocknen

<sup>4)</sup> Bezogen auf die Grundfläche des Aquariums

<sup>5)</sup> Trocknen der Wäsche im Raum

<sup>6)</sup> Es handelt sich um repräsentative Mittelwerte für verschiedene typische Zimmerpflanzen. Messungen haben eine Feuchtfreisetzung im Bereich von 0,6 g/h bis 4,4 g/h je Zimmerpflanze ergeben. Die Feuchtfreisetzung von Zimmerpflanzen korrespondiert in sehr guter Näherung mit der Gießwassermenge.

Quelle: Tabelle 1 nach DIN-Fachbericht 4108-8:2010-09

### μ-Wert (mü-Wert)

Die Wasserdampfdiffusionswiderstand (kurz: Diffusionswiderstand) ist ein Richtwert für eine Stoffeigenschaft die durch den μ-Wert (mü-Wert) dargestellt wird. Als einheitsloser Wert wird er als Stoffeigenschaft des Widerstandes gegen Wasserdampfdiffusion benötigt. Ruhende Luft wird hierbei als Referenzmaterial herangezogen, weshalb ihr ein μ-Wert von 1 zugeschrieben wird. Die μ-Werte aller anderen Materialien geben somit an, um welchen Faktor diese dichter gegen Wasserdampfdiffusion sind als ruhende Luft (Mineralwolle μ = 1, Holz μ = 50, Beton μ = 100, Bitumendachbahn μ = 20.000).

### s<sub>d</sub>-Wert

Neben den Materialeigenschaften hat auch die Materialdicke einen Einfluss auf den Diffusionswiderstand der Materialschicht. Um dies zu berücksichtigen, wird die wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke verwendet und durch den s<sub>d</sub>-Wert ausgedrückt. Der s<sub>d</sub>-Wert einer Materialschicht wird durch Multiplikation des μ-Wertes mit der Schichtdicke ermittelt.

$$s_d = \mu \cdot d$$

Maßeinheit: m

Er gibt somit an, wie dick eine ruhende Luftschicht sein muss, damit diese denselben Diffusionswiderstand wie die eigentliche Materialschicht aufweist. Je höher der s<sub>d</sub>-Wert bzw. der μ-Wert der Materialschicht, desto weniger Wasserdampf kann hindurch diffundieren. So gilt ein s<sub>d</sub>-Wert ≤ 0,5 m als diffusionsoffen, zwischen 0,5 – 1.500 m als diffusions hemmend und > 1.500 m als diffusionsdicht.

## Berechnung nach dem Glaser-Verfahren

Das Glaser-Verfahren ist ein Verfahren zur Berechnung des stationären Feuchtetransports (Diffusionsberechnung) z. B. in einer Außenwand. Es wurde nach dem Klimatechniker Prof. K. Glaser benannt. Es wurde zu einer Zeit entwickelt, als computergestützte Analysen noch nicht in dem heute üblichen Umfang möglich waren und war daher als tabellarisch-grafisches Verfahren konzipiert, das rasch und mit einfachen Rechenoperationen Ergebnisse liefert. Das Glaser-Verfahren bildet die Grundlage des Normverfahrens der DIN 4108-3 (klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung) zur Bewertung des Tauwasserrisikos. Konstruktionen, die nicht gemäß DIN 4108 freigegeben sind, müssen rechnerisch nachgewiesen werden.

## Rahmenbedingungen

Das Glaser-Verfahren dient der näherungsweise Ermittlung von Feuchtigkeitsanreicherung durch Diffusion in Gebäudebauteilen. Dabei wird von standardisierten Rahmenbedingungen (siehe Tabelle) ausgegangen. Die vereinfachten Annahmen berücksichtigen z. B. keine Feuchtespeicherung oder kapillare Wassertransportvorgänge in Materialien. Beim Glaser-Verfahren handelt es sich um eine eindimensionale Methode, bei der diverse Randeinflüsse nicht berücksichtigt werden. Daher werden heute vermehrt rechnergestützte Simulationen herangezogen, die auch den instationären Bedingungen Rechnung tragen.

## Eingangsdaten

- Schichtenaufbau
- Schichtdicken
- Wärmeleitfähigkeiten
- $\mu$ -Werte (Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahlen)
- Wärmeübergangswiderstände

## Anforderungen

Nach DIN 4108 müssen nachweispflichtige Bauteile folgende Anforderungen an den Tauwasserschutz erfüllen:

- Die während der Tauperiode anfallende Tauwassermenge  $m_{W,T}$  darf nicht größer als die Verdunstungsmenge  $m_{W,V}$  sein
- Bei Dach- und Wandkonstruktionen muss gelten:  $m_{W,T} \leq 1 \text{ kg/m}^2$
- An Berührungsflächen von kapillar nicht wasseraufnahmefähigen Schichten:  $m_{W,T} \leq 0,5 \text{ kg/m}^2$
- Die Baustoffe, die mit dem Tauwasser in Berührung kommen, dürfen nicht beschädigt werden (z. B. durch Korrosion, Pilzbefall)
- Unzulässig sind folgende Erhöhungen des massebezogenen Feuchtegehalts: Holz um mehr als 5%, Holzwerkstoffe um mehr als 3%

## Klimabedingungen für die Beurteilung von Tauwasserbildung und Verdunstung im Inneren von Bauteilen

(DIN 4108-3, Tabelle A.3)

Klima	Temperatur	Relative Luftfeuchte	Wasserdampfteildruck	Dauer		
	$\theta$ °C			$\phi$ %	$\rho$ Pa	d
<b>Tauperiode von Dezember bis Februar</b>						
Innenklima	20	50	1.168	90	2.160	$7.776 \cdot 10^3$
Außenklima	- 5	80	321			
<b>Verdunstungsperiode von Juni bis August <sup>1)</sup></b>						
Wasserdampfteildruck Innenklima			1.200	90	2.160	$7.776 \cdot 10^3$
Wasserdampfteildruck Außenklima			1.200			
<b>Sättigungsdampfdruck im Tauwasserbereich:</b>						
- Wände, die Aufenthaltsräume gegen Außenluft abschließen; Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen			1.700			
- Dächer, die Aufenthaltsräume gegen Außenluft abschließen			2.000			

<sup>1)</sup> In der Verdunstungsperiode werden im Rahmen des Perioden-Bilanzverfahrens nicht die Temperaturen und Luftfeuchten, sondern nur die gerundeten Wasserdampfteildrücke als Klima-Randbedingung vorgegeben.

## Hygrothermische Simulationsberechnungen

Beim klassischen Tauwassernachweis anhand des Glaser-Verfahrens werden vereinfachte Annahmen getroffen und realitätsnahe Randbedingungen nicht berücksichtigt. Aufgrund dieser Einschränkungen empfiehlt es sich gerade bei kritischen Konstruktionen, Simulationsprogramme zu verwenden, wie etwa das WUFI® („Wärme und Feuchte instationär“)-Programm des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik, Holzkirchen, oder das Programm Delphin des Instituts für Bauklimatik der TU Dresden. Diese Programme simulieren Wärme- und Feuchtigkeitstransportvorgänge in Bauteilen durch Diffusion und kapillare Leitfähigkeit unter Berücksichtigung klimatischer Randbedingungen und liefern bei Verwendung entsprechender Materialkennwerte realitätsnahe Ergebnisse.

Das menügesteuerte PC-Programm WUFI® erlaubt die realitätsnahe Berechnung des instationären hygrothermischen Verhaltens von mehrschichtigen Bauteilen unter natürlichen Klimabedingungen. Es basiert auf den neuesten Erkenntnissen in Bezug auf Dampfdiffusion und Wassertransport. Laut Herstellerangaben bietet die rechnerische Simulation des instationären Wärme- und Feuchtetransports für die Praxis zahlreiche Vorteile. So sind etwa die folgenden Einsatzbereiche und Aussagemöglichkeiten im Hinblick auf das klimabedingte hygrothermische Bauteilverhalten zu nennen, die über die bisherigen Beurteilungsmöglichkeiten deutlich hinausgehen:

- Reale Tauwassersituation während der Heizperiode unter Berücksichtigung von Wasserdampfsorption und Kapillarleitung

- Austrocknen von Baufeuchte
- Sommerkondensation durch Umkehrdiffusion
- Solare Einstrahlung, Schlagregenbelastung und Oberflächenbetauung z. B. bei Fassaden
- Feuchteinfluss auf Energiehaushalt

WUFI® wird beispielsweise zur Bewertung bestehender Bauten oder zur Planung in den Bestand eingreifender Maßnahmen wie Renovierung, Umnutzung oder nachträgliche Dämmung eingesetzt.

Konkrete Fragestellungen, die in solchen Zusammenhängen meist untersucht werden, sind unter anderem:

- Die Austrocknungsdauer von Baufeuchte und ihre Auswirkungen auf den Wärmeschutz, auf Frostschäden usw.
- Die Wasseraufnahme bei Schlagregen und das Trocknungspotenzial
- Das Risiko für Tauwasserausfall, die Tauwassermenge und das Trocknungsvermögen

Die Verwendung von Simulationsprogrammen wie WUFI® entspricht mittlerweile dem Stand und den Regeln der Technik. Die DIN 4108 beispielsweise, welche für Deutschland das zur Prüfung der Feuchte-sicherheit vorgeschriebene Glaser-Verfahren regelt, lässt in der aktuellen Fassung auch ausdrücklich numerische Simulationsverfahren für Fälle zu, die mit dem Glaser-Verfahren nicht beurteilt werden können (z. B. Austrocknen von Baufeuchte, Aufnahme von Regenwasser u. Ä.). Die Anforderungen, die ein Simulationsprogramm dazu erfüllen muss, sind in der DIN EN 15026 geregelt.

#### Übersicht geltender Regelwerke

- DIN 4108-2:2013-02 „Mindestanforderungen an den Wärmeschutz“
- DIN 4108-3:2014-11 „Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise zur Planung und Ausführung“
- DIN 4108-4:2013-02 „Wärme und feuchtetechnische Bemessungswerte“
- DIN 4108-4:2016-07 – ENTWURF „Wärme und feuchtetechnische Bemessungswerte“
- DIN 4108-7:2011-11 „Luftdichtheit von Bauteilen und Anschlüssen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele“
- DIN-Fachbericht DIN 4108-8:2010-09 „Vermeidung von Schimmelpilzwachstum in Wohngebäuden“
- DIN 4108 Bbl.2:2006-03 „Wärmebrücken, Planungs- und Ausführungsbeispiele“
- DIN V 18599-1:2011-12 „Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger“ + Berichtigung 1 zu Teil 1:2013-05
- DIN V 18599-2:2011-12 „Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen“
- DIN V 18599-3:2011-12 „Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung“
- DIN V 18599-4:2011-12 „Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung“
- DIN V 18599-5:2011-12 „Endenergiebedarf von Heizsystemen“ + Berichtigung 1 zu Teil 5: 2013-05
- DIN V 18599-6:2011-12 „Endenergiebedarf von Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen für den Wohnungsbau“
- DIN V 18599-7:2011-12 „Endenergiebedarf von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau“
- DIN V 18599-8:2013-05 „Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen“ + Berichtigung 1 zu Teil 8: 2013-05
- DIN V 18599-9:2011-12 „End- und Primärenergiebedarf von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen“ + Berichtigung 1 zu Teil 9: 2013-05
- DIN V 18599-10:2011-12 „Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten“
- DIN V 18599-11:2011-12 „Gebäudeautomation“
- DIN V 18599 Bbl.1:2010-01 „Bedarfs-/Verbrauchsabgleich“
- DIN V 18599 Bbl.2:2012-06 „Beschreibung der Anwendung von Kennwerten aus der DIN V 18599 bei Nachweisen des Gesetzes zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (EEWärmeG)“
- DIN EN 15026:2007-07 „Wärme und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Bewertung der Feuchteübertragung durch Simulation“
- DIN EN ISO 6946:2015-06 – Entwurf „Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren“
- DIN EN ISO 6946:2008-04 „Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren“
- DIN EN ISO 13788:2013-05 „Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren – Berechnungsverfahren“
- Energieeinsparverordnung EnEV 2014
- WTA Merkblatt 6-1-01/D „Leitfaden für hygrothermische Simulationsberechnungen“
- WTA Merkblatt 6-1-01/D „Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse“
- WTA Merkblatt 6-5-14/D „Innendämmung nach WTA I: Planungsleitfaden“
- WTA Merkblatt 6-4-09/D „Innendämmung nach WTA II: Nachweis von Innendämmsystemen mittels numerischer Berechnungsverfahren“
- Bundesverband der Gipsindustrie e.V. Industriegruppe Gipsplatten Merkblatt Nr.4 „Regeldetails zum Wärmeschutz gemäß EnEV 2009 Modernisierung mit Trockenbausystemen“
- Bundesverband der Gipsindustrie e. V. Industriegruppe Gipsplatten Merkblatt Nr.4 (Anhang) „Regeldetails zum Wärmeschutz gem. EnEV 2009 mit Trockenbausystemen in der Modernisierung – Bauteilkatalog“

RIGIPS. Du hast für alles die Lösung.

rigips.de



**SAINT-GOBAIN RIGIPS GmbH**

Schanzenstr. 84  
40549 Düsseldorf  
rigips.de/Kontakt

Kostenlose Fachberatung für Partner  
Telefon: 0621 501 2090\*

Fachberatung Trockenbau  
Telefon: 0900-3776347\*\*

© SAINT-GOBAIN RIGIPS GmbH

1. Auflage, August 2023

Die Angaben in dieser Druckschrift entsprechen dem Stand unseres Wissens und unserer Erfahrungen bei Drucklegung (vgl. Druckvermerk). Sofern nicht ausdrücklich anders vereinbart, stellen sie jedoch keine Garantie im Rechtssinne dar. Der Wissens- und Erfahrungsstand entwickelt sich stets weiter. Achten Sie deshalb bitte darauf, die neueste Auflage dieser Druckschrift zu verwenden (zugänglich im Internet unter [www.rigips.de](http://www.rigips.de)). Die beschriebenen Produktanwendungen können besondere Verhältnisse des Einzelfalls nicht berücksichtigen. Prüfen Sie deshalb unsere Produkte auf ihre Eignung für den konkreten Anwendungszweck. Für Fragen stehen Ihnen unsere RIGIPS Vertriebsbüros zur Verfügung.

SAINT-GOBAIN RIGIPS, **Kundenservicezentrum**

Feldhauser Straße 261, D-45896 Gelsenkirchen, Telefon +49 (0) 209 36 03-777

(Keine technische Beratung unter dieser Nummer. Fachberatung siehe links.)

Climafit®, Die Dicke von Rigips®, Riduro®, Rifino®, Rifix®, Rigidur®, RigiProfil®, Rigips®, RigipsProfil®, RigiRaum®, RigiSystem®, RigiTherm®, Rigitone®, Rikombi®, Rimat®, RiStuck® und VARIO® sind eingetragene Warenzeichen der Saint-Gobain Rigips GmbH. Activ'Air®, AquaBead®, Glasroc®, Gyptone®, Habito® und Levelline® sind eingetragene Warenzeichen der Compagnie de Saint-Gobain.

\* Fachberatung – zu normalen Telefongebühren – exklusiv für unsere registrierten ISOVER und RIGIPS Partner

\*\* 1,49 €/Minute aus dem dt. Festnetz, Mobilfunk abh. von Netzbetreiber und Tarif