

Schallschutz und Raumakustik in Räumen und Gebäuden mit höchsten Anforderungen: Akustik im Studiobau

Peter Maier
HMP Architekten + Ingenieure / concept-A GmbH
DE-München



Schallschutz und Raumakustik in Räumen und Gebäuden mit höchsten Anforderungen: Akustik im Studiobau

Tonstudios zählen zu den Gebäuden und Räumen mit den höchsten Ansprüchen an die akustische Gestaltung. Die Akustik, die bei Gebäuden für Wohn- oder Büronutzung häufig mit eher geringer Priorität behandelt wird, wird im Studiobau zu einem zentralen Bestandteil der Funktion. Daher spielen in der Planung von Studios einerseits Schallschutz und Bauakustik, also die Schallübertragung zwischen Räumen innerhalb eines Gebäudes, die Schallabstrahlung durch ein Gebäude und die Schalleinwirkung von außen, vor allem aber die Raumakustik, also die Schallübertragung innerhalb eines Raumes eine wichtige Rolle.

Bei bauakustischen Aufgabenstellungen unterscheidet sich die Vorgehensweise im Studiobau grundsätzlich nur wenig von der im Bereich „ziviler“ Bauten, wenngleich die Anforderungen bei weitem höher liegen, die Konstruktionen aufwändiger sind und die Qualität der Ausführung von erheblich größerer Bedeutung ist. In der Raumakustik dagegen weichen die Zielsetzungen im Studiobau so weit von denen beim Bau von Wohn-, Büro- und Konferenzräumen und selbst Theater- und Konzertsälen ab, dass bei der Planung völlig andere Sichtweisen und Beschreibungsformen auftreten und bei deren Umsetzung Konstruktionen notwendig werden, wie man sie kaum in anderen Bauten wiederfinden wird.

1. Schallschutz

Schallschutz und Bauakustik sollen im Studiobau sicherstellen, einerseits in allen empfindlichen Räumen, also den Aufnahme- und Regieräumen ohne Beeinträchtigungen von außen, aus benachbarten Räumen oder aus gebäudetechnischen Anlagen arbeiten zu können und andererseits diese Räume mit hohen Schalldruckpegeln nutzen zu können, ohne Beeinträchtigungen außerhalb hervorzurufen.

Im weitesten Sinne betrachtet dabei die Bauakustik die Schallausbreitung und deren Bekämpfung innerhalb von Gebäuden. Nun ist es eines der Grundprinzipien der „zivilen“ Bauakustik, laute Räume von schutzbedürftigen Räumen zu trennen. Dieses Prinzip lässt sich ohne Einschränkung auf die Bauakustik im Studiobau übertragen. Daraus ergibt sich dann das einfache Grundprinzip, die lautesten Räume möglichst weit entfernt von empfindlichen Räumen des eigenen Studios, aber auch von empfindlichen Räumen angrenzender Wohnungen oder Gebäude anzuordnen. Vor der Festlegung von Wand- und Deckenaufbauten und Entkopplungsmaßnahmen steht folglich die Grundrissplanung als erster Teil des bauakustischen Entwurfsprozesses, in dem die Anordnung der einzelnen Räume innerhalb eines Gebäudes festgelegt wird.

Betrachtet man ein Gebäude aus akustischer Sicht, so besteht es aus Wand- und Deckenbauteilen, die je nach ihrer baulichen Beschaffenheit die einzelnen Räume des Gebäudes gegeneinander und die Umgebung gegenüber den Räumen des Gebäudes und umgekehrt gemäß ihrer bauphysikalischen Beschaffenheit mehr oder weniger gut schützen. Die Forderung nach einer guten bauakustischen Trennung zwischen zwei Räumen verlangt zunächst natürlich ein trennendes Bauteil zwischen diesen beiden Räumen mit entsprechend guten bauakustischen Eigenschaften, also einem entsprechend hohen Schalldämmmaß. Daneben ist es notwendig, alle schwächenden Einbauten und Bauteile, also Türen, Fenster, klimatechnische Einbauten, Kabelkanäle und alle sonstigen Durchbrüche mit einzubeziehen, da jede Form von Schwächung eines trennenden Decken- oder Wandbauteils zu einer erheblichen Minderung des gesamten Bauteils führen kann. Um die Schallübertragung zwischen zwei Räumen zu beschreiben ist es aber bei weitem nicht ausreichend, nur das trennende Bauteil alleine mit all seinen Einbauten zu betrachten, sondern es ist von grundlegender Bedeutung, auch die Übertragung über die angrenzenden,

längs verlaufenden Wand- und Deckenbauteile, die sogenannten flankierenden Bauteile mit in die Betrachtung einzubeziehen, da diese einen nicht unerheblichen Beitrag zur Schallübertragung leisten können.

Die Schallentstehung und die Einleitung des Schalls in die betrachteten Bauteile kann in Form von Luftschall oder in Form von Körperschall erfolgen. Im Fall der Anregung durch Luftschall bedeutet dies, dass das betreffende Bauteil durch die auftreffenden Schallwellen, die durch eine Schallquelle im Raum, also z.B. durch ein Instrument oder einen Lautsprecher erzeugt werden, zu Schwingungen angeregt wird; im Fall der Körperschallanregung erfolgt die Anregung durch direkten mechanischen Kontakt des Bauteils zu einer schwingungserregenden Quelle, z.B. einem Lautsprecher, einer Maschine oder im Fall des Trittschalls einer gehenden Person. In beiden Fällen erfolgen jedoch aufgrund der Schwingungen des Bauteils eine Abstrahlung von Schallwellen und damit die Entstehung von in der Regel unerwünschtem Schall im angrenzenden Raum. In vielen Fällen kommt es auch zu einer vor allem im Studiobau nicht unerheblichen Ausbreitung der Schwingungen innerhalb des Bauteils und auf andere Bauteile des Gebäudes und dadurch zu einer Abstrahlung von Schall in weiter entfernten Räumen des Gebäudes.

Ein weiterer wichtiger Aspekt des Schallschutzes, der im Studiobau häufig zu Problemen führt, ist die störende Schallabstrahlung von gebäudetechnischen Einrichtungen, also vor allem von Lüftungs- und Klimaanlage. Die Problematik besteht in den gegenläufigen Anforderungen, einerseits strengste Ruhegeräuschanforderungen einzuhalten und andererseits vor allem in Regieräumen verglichen mit üblichen Anwendungen erheblich höhere Wärmeleistungen abführen zu müssen.

1.1. Ruhegeräusch

Aus der Zielsetzung einer möglichst großen Dynamik sowohl bei der Aufnahme, als auch bei der Beurteilung der Aufnahme im Regieraum entsteht die Forderung, den in den Räumen auftretenden Ruhegeräuschpegel auf ein erforderliches Maß zu reduzieren. Ein sinnvoller Einsatz der immer weiter ansteigenden Möglichkeiten der Aufzeichnungsmedien, größere Signaldynamik aufzuzeichnen, also größere Signal-/Störpegelabstände zu gewährleisten, bedarf auch entsprechender Signal-Rauschabstände bei der Aufnahme, sowie bei der Beurteilung im Laufe der Produktion. Dies betrifft sowohl stationäre, als auch instationäre Immissionen. Speziell bei Schallquellen mit niedrigen Schalleistungspegeln, also beispielsweise Sprache oder leisen Geräusche ist in vielen Fällen der Schalldruckpegel bei der Wiedergabe höher als bei der Aufnahme, wodurch im Aufnahmebereich nicht wahrnehmbare Geräusche bei der Wiedergabe hörbar werden. Aber auch eine einwandfreie Beurteilung eines aufgenommenen Signals erfordert ein hohes Maß an Schutz gegenüber Störungen von außen, vor allem aber auch gegenüber Störungen aus haus- und studioteknischen Geräten. Ein erhöhter Ruhegeräuschpegel in Räumen für Tonwiedergabe kann zu hohen Abhörlautstärken führen.

Die Beurteilung von Ruhegeräuschpegeln anhand von Einzahlwerten, also beispielsweise durch Betrachtung des A-bewerteten Schalldruckpegels, ist im Studiobereich in den meisten Fällen unzureichend, da die spektralen Eigenschaften des Geräusches nicht ausreichend in die Betrachtung einbezogen werden. Daher hat sich hier die Verwendung von Grenzkurven durchgesetzt. Dabei wird das Ruhegeräuschspektrum mit einer nutzungsabhängigen Grenzkurve verglichen, die in keinem der zu beurteilenden Filterbänder überschritten werden darf.

Eine Empfehlung für Schalldruckpegel von Dauergeräuschen in Studioräumen wird in IRT Akustische Informationen 1.11-1/1995 gegeben und ist in DIN 15996 weitgehend übernommen. Der höchst zulässige Dauergeräuschpegel wird entsprechend der Nutzung eines Raumes in Form der in Abbildung 1 dargestellten Grenzkurven (GK) festgelegt.

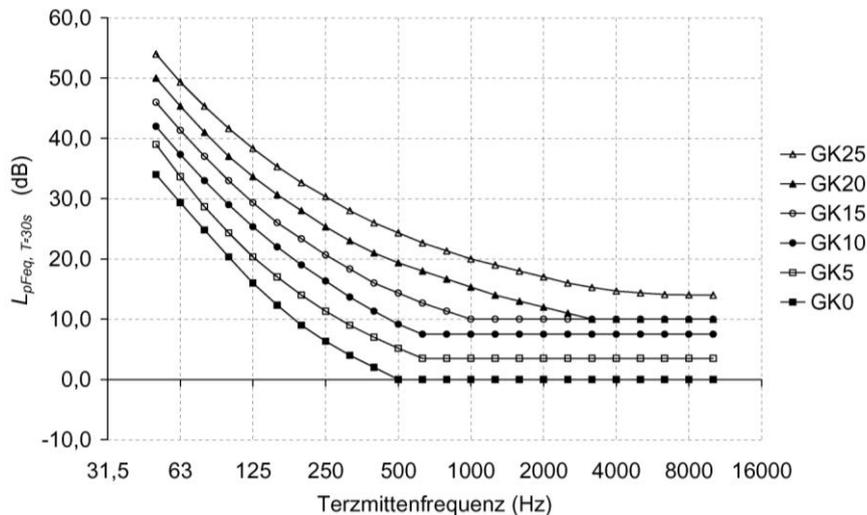


Abbildung 1: Grenzkurven für den höchst zulässigen Dauergeräuschpegel nach DIN 15996

Auf Basis dieser Grenzkurven sind in DIN 15996 Empfehlungen für Räume mit unterschiedlichen Nutzungen angegeben.

1.2. Luft- und Körperschallübertragung

Die erforderliche bauakustische Trennung zwischen zwei Räumen ergibt sich aus dem maximal zu erwartenden Betriebsschallpegel im schallemittierenden Raum und dem höchst zulässigen Ruhegeräuschpegel im zu schützenden Raum, für Außenbauteile entsprechend aus dem zu erwartenden Außenlärmpegel und dem höchst zulässigen Ruhegeräuschpegel bzw. aus den zu erwartenden Betriebsschallpegeln und den maximal zulässigen Immissionspegeln in der Umgebung. Da die im Studiobau gestellten Anforderungen an die bauakustische Leistungsfähigkeit der Konstruktionen aufgrund der hohen Ruhegeräuschforderungen und der hohen zu erwartenden Betriebsschalldruckpegel in den meisten Fällen bei weitem über die im Wohnungs- und Bürobau gestellten Anforderungen hinaus gehen, sind die in den hier geltenden Regelwerken geforderten Werte für die Eigenschaften der Bauteile und damit die dort betrachteten Konstruktionen im Studiobau zumeist nur begrenzt anwendbar.

Allgemein gültige Empfehlungen bzw. Anforderungen für Schalldämmmaße und Norm-Trittschallpegel sind im Studiobau nicht zweckmäßig, da die resultierenden Schallimmissionen von der Geometrie und der Nachhallzeit der Räume abhängen würden. Eine Formulierung von nutzungsabhängigen Empfehlungen ist daher sinnvoller in Bezug auf die Schallpegeldifferenz und den Trittschallpegel, die die gesamten baulichen Gegebenheiten in die Betrachtung einbeziehen.

Wegen der spektralen Schwankungen der Schallpegeldifferenzen und Trittschallpegel und der eingeschränkten Frequenzbereiche der Einzahlwertbildungsverfahren ist es zweckmäßig, alle Betrachtungen im spektralen Bereich durchzuführen. Eine Formulierung von Anforderungen anhand von Einzahlwerten ist in der Regel nicht ausreichend, um eine Einhaltung der gestellten Ruhegeräuschforderungen vor allem im tieffrequenten Bereich sicherzustellen.

Typische Werte für Schallpegeldifferenzen zwischen Regie- und Aufnahme Räumen gemeinsamer Nutzungseinheiten liegen im Bereich zwischen 60 dB und 80 dB. Anordnungen von sehr lauten Räumen in direkter Nachbarschaft von sehr empfindlichen Räumen vor allem in getrennten Nutzungseinheiten können jedoch Schallpegeldifferenzen im Bereich von 90 dB und mehr notwendig machen.

1.3. Konstruktive Lösungen

Zur Erreichung der geforderten Leistungsfähigkeit gibt es vielfältige Möglichkeiten und Bauweisen. Der Vorteil schwerer massiver Konstruktionen liegt in der hohen Schalldämmung im tieffrequenten Bereich. Durch leichte Vorsatzschalenkonstruktionen wird nicht nur die Schalldämmung des Bauteils im tieffrequenten Bereich nicht verbessert, es kann bei ungünstiger Dimensionierung sogar durchaus durch Resonanzeffekte zu einer Verrin-

gerung des Schalldämmmaßes kommen. Dennoch überwiegen in vielen Fällen die Vorteile von Trockenbaukonstruktionen. Häufig wird die optimale Konstruktion durch eine Kombination aus massiven Wänden und Trockenbauvorsatzschalen erreicht. Im Studiobau sind drei- oder mehrschalige Konstruktionen nicht unüblich, wobei mehrschalige Wände grundsätzlich nur sinnvolle Ergebnisse liefern, wenn auch die Anschlüsse der Bauteile an flankierende Wände bzw. Decken entsprechend ausgeführt sind und auf die Vermeidung von Körperschallbrücken geachtet wird.

Auch die elastische Lagerung von ganzen Räumen oder Gebäudeteilen auf Elastomeren oder Stahlfedern ist im Studiobau keine Seltenheit. In Abbildung 2 sind zwei Elastomerlager unter den Stahlbetonunterzügen der Bodenplatte eines Mischkinos dargestellt.



Abbildung 2: Elastische Lagerung der Bodenplatte des ARRI Film & TV Mischkinos Stage 1

Eine Erhöhung der Schallpegeldifferenz zwischen zwei Räumen ist durch Maßnahmen am trennenden Bauteil selbst nicht beliebig möglich, ohne die Durchführung von Maßnahmen an den angrenzenden, den sogenannten flankierenden Bauteilen. Erhöht man durch Vorsatzschalen oder andere konstruktive Maßnahmen an einem trennenden Bauteil dessen Schalldämmmaß, wird irgendwann ein Punkt erreicht, an dem eine Erhöhung des Schalldämmmaßes durch weitere Maßnahmen am Bauteil selbst nicht mehr möglich ist. Das Schalldämmmaß steigt nicht mehr weiter an, da die Übertragung über die flankierenden Bauteile, also über die angrenzenden, längs verlaufenden Wände und die Decke und den Boden überwiegt. Erst durch Maßnahmen wie z.B. biegeeweiche Vorsatzschalen an diesen flankierenden Bauteilen ist eine weitere Steigerung des Schalldämmmaßes möglich. Gleiches gilt für alle Wände, so wie für Decke und Boden als trennende Bauteile. Dies führt bei der im Studiobau üblichen Forderung nach hohen Schalldämmmaßen zwangsläufig zur Entkopplung aller Bauteile eines Raumes und folglich zur Raum-In-Raum-Konstruktion.

Die Raum-In-Raum-Konstruktion kann nun tatsächlich aus einem Raum bestehen, der frei und von allen Teilen des Baukörpers auf einer elastischen Lagerung entkoppelt in einem Raum steht, sie kann aber auch entstehen durch das unmittelbare Vorsetzen von Bauteilen wie schwimmenden Estrichen, Vorsatzschalen und abgehängten Decken vor den Decken- und Wandbauteilen eines Raumes.

Eine einfache Trockenbau-Raum-In-Raum-Konstruktion ist in Abbildung 3 schematisch dargestellt. Die mit derartigen Konstruktionen erreichbaren Erhöhungen des Schalldämmmaßes liegen erfahrungsgemäß je nach Dimensionierung der Schichten und Ausführung der Detailpunkte im Bereich zwischen 15 und 30 dB.

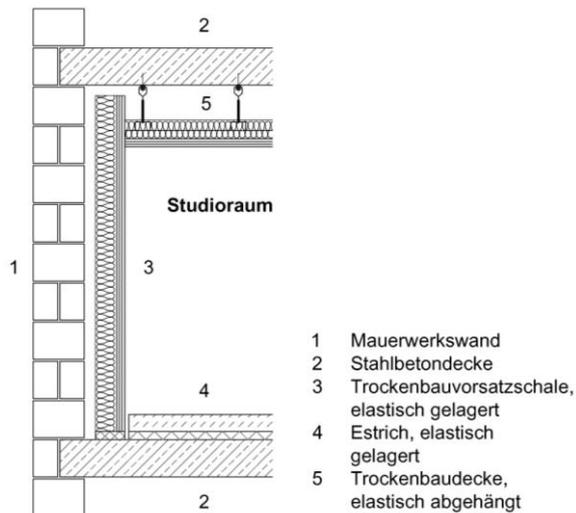


Abbildung 3: Trockenbau-Raum-in-Raum-Konstruktion (schematisch)

2. Raumakustik

Aus physikalischer Sicht betrachtet beschreibt die Raumakustik die Übertragung eines von einer Schallquelle abgestrahlten Signals zu einem Empfänger innerhalb eines Raumes. Beeinflusst wird diese Übertragung durch 3 Faktoren:

1. die Raumform (Primärstruktur)
2. die Gestaltung der Oberflächen des Raumes (Sekundärstruktur, geometrische und diffuse Reflexion, Absorption) und
3. die Positionierung von Schallquellen (also Instrumente, Sänger, Sprecher oder Lautsprecher) und Schallempfängern (also Mikrofone oder Ohren) innerhalb des Raumes.

Die Zielsetzung der raumakustischen Gestaltung hängt in hohem Maße von der Nutzung des Raumes ab. Die raumakustischen Anforderungen im Studio sind weitaus höher als in nahezu jedem anderen Raum. Anders als bei der akustischen Gestaltung von Industriehallen und Büroräumen, in denen die vorrangige Zielsetzung raumakustischer Maßnahmen zu meist darin besteht, durch möglichst großflächige und möglichst effektive Absorption die Nachhallzeit zu senken und damit den Diffusfeldpegel zu reduzieren, besteht die planerische Anforderung in der Raumakustik im Studiobau darin, ein gezieltes Reflexionsverhalten, eine ausgeglichene Übertragungsfunktion und ein homogenes Nachschwingen des Raumes zu erzielen, ohne dabei die Nachhallzeit des Raumes zu weit absinken zu lassen.

Zur raumakustischen Planung von Räumen werden heute verschiedene Simulationsmodelle eingesetzt, die zum größten Teil auf energetischen bzw. geometrischen Methoden aufbauen. In großen Räumen, wie Theater- und Konzertsälen, Versammlungsräumen und Mehrzweckhallen liefern diese Verfahren durchaus zufriedenstellende Vorhersagen der Impulsantworten und der meisten raumakustischen Parameter. In kleinen Räumen dagegen ist es aufgrund des großen Bereiches, den die Relation zwischen geometrischen Abmessungen und betrachteten Wellenlängen überschreitet, nicht mehr möglich, den gesamten Frequenzbereich mit Hilfe einer einheitlichen Betrachtung zu erfassen. Im Allgemeinen geht man davon aus, dass mit Ausnahme von lokalen Effekten die Vorgänge im Bereich oberhalb der Schroeder-Frequenz

$$f = 2000 \cdot \sqrt{\frac{T}{V}} \quad \text{in Hz}$$

mit geometrischen bzw. energetischen Verfahren zu beschreiben sind. Dabei ist V das Volumen des Raumes in m^3 und T die Nachhallzeit des Raumes in s .

Im tieffrequenten Bereich wird es jedoch vor allem aufgrund der geringen Eigenfrequenzdichte notwendig, eine Beschreibungsform zu wählen, die den Wellencharakter der Schallausbreitung berücksichtigt, um typische Welleneffekte wie Beugung, Interferenz

und die Ausbildung von Eigenmoden des Raumes, die sich in diesem Frequenzbereich nicht mehr vernachlässigen lassen, sondern im Gegenteil das akustische Verhalten des Raumes dominieren, einwandfrei zu erfassen.

Das Verhältnis zwischen Wellenlänge und Raumdimension bzw. den Abmessungen eines betrachteten Bauteils gewinnt aber nicht erst bei raumakustischen Simulationen, sondern bereits bei einfachen raumakustischen Überlegungen einen entscheidenden Einfluss darauf, mit welchem Ansatz ein Vorgang beschrieben werden kann.

In den Diagrammen in Abbildung 4 sind exemplarisch für die Betrachtung des tieffrequenten Bereichs jeweils eine Übertragungsfunktion und ein Zerfallsspektrum eines Regieraumes vor (oben) und nach (unten) dem Einbringen zusätzlicher Dämpfung dargestellt. Darin ist die Veränderung durch die vorgenommenen Maßnahmen deutlich erkennbar. In diesem Fall wurden 8 m² Folienabsorber mit einer Resonanzfrequenz von 80 Hz jeweils in den Raumkanten eingesetzt. Während sich in den Übertragungsfunktionen die Glättung des frequenzabhängigen Verhaltens zeigt, ist in den Zerfallsspektren die Verkürzung des Nachschwingsens der Raummoden bei 56 Hz und 84 Hz zu erkennen. Subjektiv weißt der Raum vor der Durchführung der Maßnahme eine starke Überhöhung des Bassbereiches auf, die mit einem sehr störend wahrnehmbaren Dröhnen einhergeht. Beides wird durch die Maßnahme beseitigt. Die Raummode bei 28 Hz bleibt unverändert. Um hier eine Verbesserung zu erreichen, wären tieffrequenter wirksame Maßnahmen, wie zum Beispiel tiefer abgestimmte Resonanzabsorber notwendig.

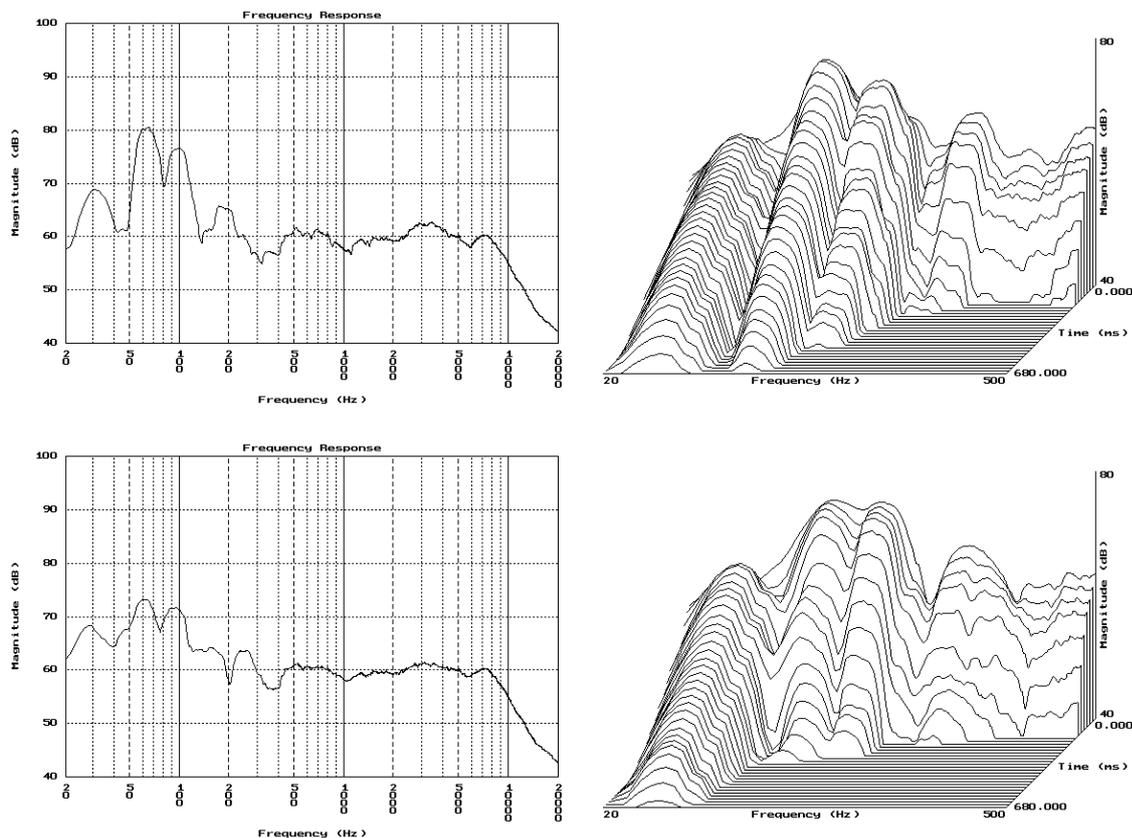


Abbildung 4: Übertragungsfunktionen und Zerfallsspektren vor und nach dem Einbringen zusätzlicher tieffrequenter Dämpfung

Wie im Regieraum Raum und Lautsprecher immer gemeinsam als Einheit zu betrachten sind und ihre Wechselbeziehungen in allen raumakustischen Betrachtungen zu berücksichtigen sind, so ist es im Aufnahmerraum erforderlich, bestimmte Eigenschaften und Anforderungen der aufzuzeichnenden Schallquellen, sowie der für bestimmte Anwendungsbereiche üblichen Mikrofonierungstechniken in die Überlegungen zur raumakustischen Gestaltung mit einzubeziehen. Allerdings ist natürlich die Mikrofonierung in weit höherem Maße als die Positionierung der Lautsprecher Gegenstand der künstlerischen Gestaltung des Tonmeisters. Daher ist es im Aufnahmerraum von noch größerer Bedeutung, als im Regieraum, eine universelle raumakustische Gestaltung des Raumes zu erreichen.

Der universelle Einsatz und damit die Forderung nach der gleichzeitigen Eignung von Aufnahmeräumen für unterschiedlichste Anwendungen nehmen immer weiter zu. Dadurch ist es in vielen Fällen nicht mehr möglich, von einem Sprecheraufnahmeraum mit einer gezielten, spezifischen realen Umgebungsbedingungen nachgebildeten Raumakustik, oder einem für bestimmte instrumentale Anwendungen konzipierten Raum zu sprechen. Stattdessen liegen die Anforderungen mittlerweile bei einem Großteil der Räume darin, eine Raumakustik für alle, oder zumindest für eine Vielzahl von Anwendungsfällen zu schaffen. In vielen Fällen ist ein willkommenes Hilfsmittel, um diese Zielsetzung zu erreichen die Gestaltung einer Zonierung des Raumes, also die Schaffung von Raumbereichen mit unterschiedlichen raumakustischen Eigenschaften, der Einsatz einer variablen Raumakustik oder auch einfach die Verwendung von mobilen Stellwandelementen als Hilfsmittel, um vor allem eine Veränderung des Reflexionsverhaltens zu erzielen.

Die grundlegende Zielsetzung der raumakustischen Gestaltung von Aufnahmeräumen besteht in der Schaffung eines optimalen Reflexions- und Nachschwingverhaltens unter Beseitigung von störenden Reflexionen und Flatterechos, der zumindest näherungsweise von der Frequenz unabhängigen gezielten Bedämpfung des Raumes und der Schaffung eines Nachhallfeldes mit möglichst hoher räumlicher und zeitlicher Diffusität. Die ideale Form des Reflexionsverhaltens und des Nachhallzeitverlaufes hängt dabei von der Nutzung des Raumes, also von der Art der zu erstellenden Aufnahmen ab.

Die Anforderungen an die Nachhallzeit überstreichen dabei einen großen Bereich von extrem niedrigen Werten in der Größenordnung von 0,1 Sekunden für sehr stark bedämpfte Räume in Hörspiel-, Sprecher- und Geräuschemacheraufnahmestudios bis zu relativ hohen Werten von über 2 Sekunden in großen Aufnahmesälen. Dabei spielen auch weniger offensichtliche Dinge, wie die Rückwirkung der raumakustischen Umgebung auf die Sprecher oder Musiker eine große Rolle.

Die Hörbedingungen in Tonregieräumen und Hörräumen müssen eine neutrale, kritische und zuverlässige Beurteilung des wiedergegebenen Signals ermöglichen. Von großer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang eine Standardisierung der Hörbedingungen, um eine einheitliche Qualität der Wiedergabebedingungen zu schaffen und um eine vergleichbare Wiedergabe an unterschiedlichen Orten zu ermöglichen und somit einen einwandfreien Programmaustausch zu gewährleisten.

Die Hörbedingungen setzen sich zusammen aus den bau- und raumakustischen Voraussetzungen und den eingesetzten Lautsprechern.

Die Anforderungen an das Schallfeld können anhand der Impulsantwort und der Übertragungsfunktion beschrieben werden und betreffen

- das Direktsignal,
- frühe Reflexionen,
- den diffusen Nachhall und
- die Frequenzabhängigkeit des stationären Schallfeldes.

Der arithmetische Mittelwert der Nachhallzeiten liegt in der Regel in Abhängigkeit vom Volumen des Raumes zwischen 0,2 s und 0,4 s liegen.

Dabei sind die frequenzabhängigen Verläufe der Nachhallzeit und der Betriebsschallpegel von größter Bedeutung. In Abbildung 5 sind die Toleranzgrenzen für die Nachhallzeit und die Betriebsschallpegelkurve in Regie- und Hörräumen gemäß EBU Tech. 3276 und SSF-01.1 dargestellt.

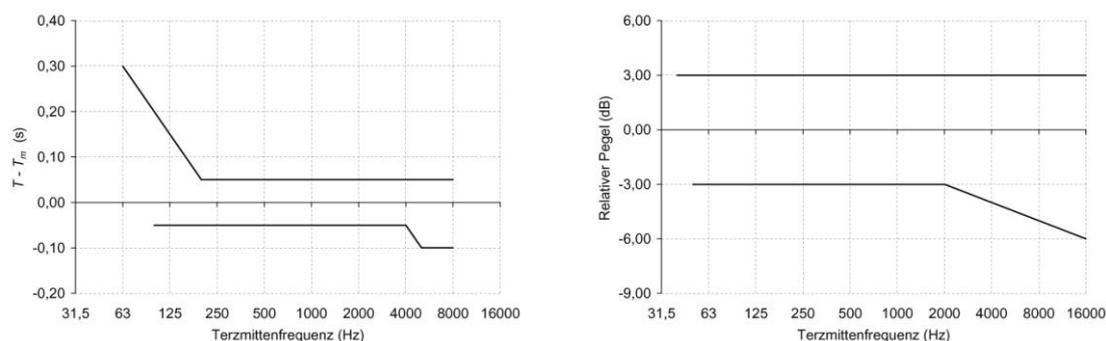


Abbildung 5: Toleranzgrenzen für die Nachhallzeit und die Betriebsschallpegelkurve von Regie- und Hörräumen gemäß EBU Tech. 3276 und SSF-01.1

Die Entwicklung der raumakustischen Gestaltung eines Aufnahme-, Regie- oder Hörraumes erfordert eine intensive Auseinandersetzung mit der geplanten Nutzung des Raumes und muss in kontinuierlicher Abstimmung mit der ergonomischen und architektonischen Planung des Raumes erfolgen.

1. Der Entwurf einer geeigneten Raumform basiert aus akustischer Sicht auf wellentheoretischen und strahlengeometrischen Grundlagen. Im Vordergrund steht dabei die Optimierung der Eigenfrequenzverteilung und der daraus resultierenden Übertragungsfunktionen und des Reflexionsverhaltens.

Teil des geometrischen Entwurfes des Raumes ist im Falle des Regieraumes auch bereits die Auswahl einer geeigneten Positionierung der Abhöreranordnung, die soweit wie möglich Raum für eine Optimierung der Position von Lautsprechern und Abhörpunkt nach der Fertigstellung des Raumes lassen sollte.

2. Die Gestaltung der Oberflächen wird durch geometrische, wellentheoretische und statistische Überlegungen bestimmt.

Häufig werden raumakustische Maßnahmen vorgesehen, die nach der weitest gehenden Fertigstellung des Raumes an die durch Messungen ermittelten Erfordernisse angepasst werden.

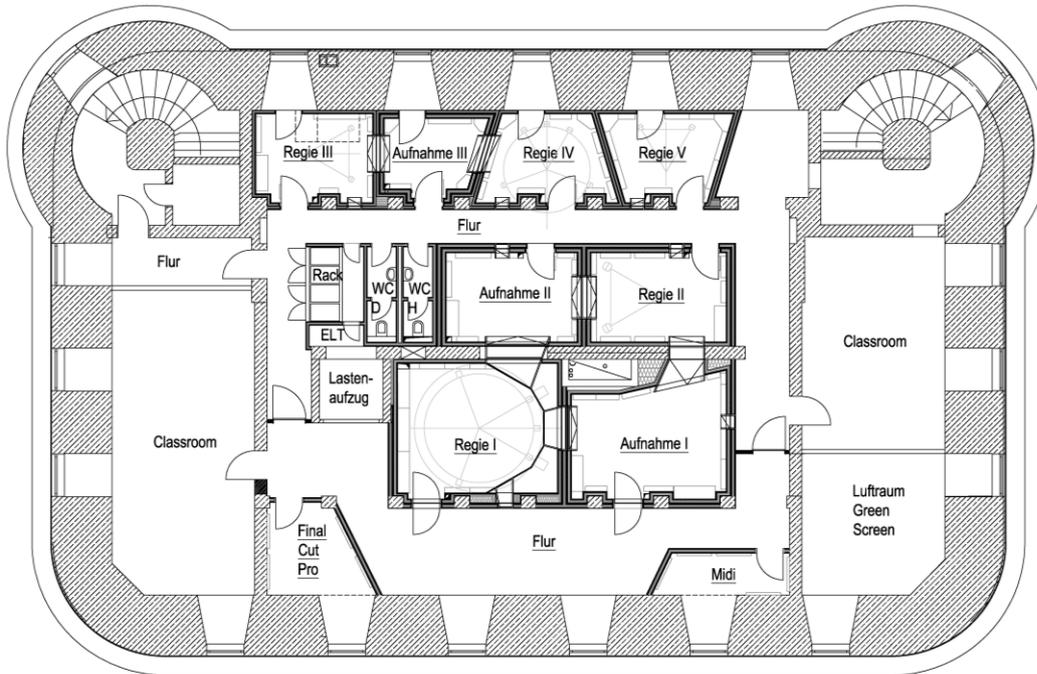
3. Bei der Positionierung der Möblierung und der technischen Einbauten muss darauf geachtet werden, dass es weder zu einer Abschattung wichtiger Signalanteile, noch zur Entstehung störender Reflexionen kommt.

4. Die Positionierung der Abhöreranordnung sollte wenn möglich nach der Fertigstellung des Raumes durch Messung und durch Beurteilung des Höreindrucks optimiert werden. Unter bestimmten Voraussetzungen ist eine elektroakustische Entzerrung der Übertragungsfunktionen sinnvoll. Die Referenzabhörpegel sollten gemäß den für die geplante Nutzung geltenden Richtlinien eingemessen werden.

3. Die Umsetzung am Beispiel der SAE Studios Bochum

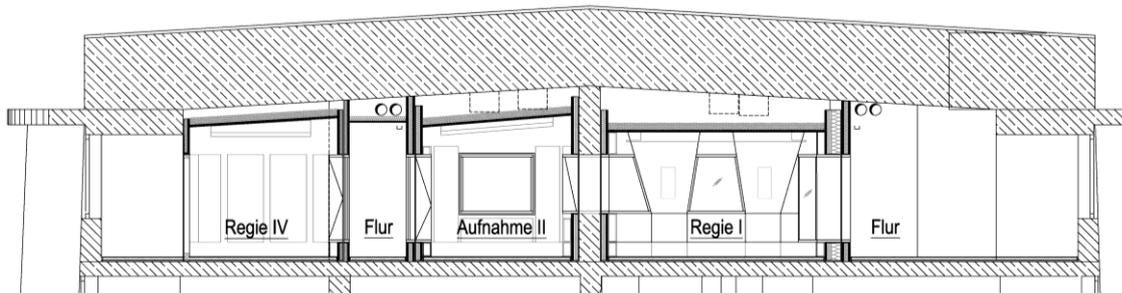
Im Zentralmassiv, einem ehemaligen Luftschutz-Hochbunker in der Innenstadt von Bochum, wurde im letzten Jahr eine neue Schule der SAE (School of Audio Engineering) eröffnet. Im obersten Stockwerk befindet sich das Schulstudio mit 5 Regieräumen und 3 Aufnahmeräumen. Der außergewöhnliche bauliche Bestand bot vielfältige Möglichkeiten für moderne Architektur und mit seiner extrem massiven Konstruktion auch für die studioakustische Gestaltung, stellte aber auch eine Herausforderung bezüglich der Integration der geplanten Maßnahmen in die konstruktive und statische Struktur des Gebäudes im Zusammenspiel mit Architektur und Gebäudetechnik dar.

In den Abbildungen 6 und 7 sind Grundriss und Schnitt des Studiobereiches dargestellt. Im Grundriss zeigt sich die Anordnung der Regie- und Aufnahmeräume, die sich aus den funktionalen Bezügen der einzelnen Einheiten ergibt. Mit Ausnahme der schwimmenden Estriche sind aus statischen Gründen alle neu erstellten Wand- und Deckenbauteile in Trockenbauweise erstellt. Alle Aufnahmeräume, die Regieräume I und II sind als vollständige Raum-in-Raum-Konstruktionen erstellt, die Regieräume III bis V als partielle Raum-in-Raum-Konstruktionen.



Grundriss 3. OG

Abbildung 6: Studiobereich der SAE Bochum, Grundriss



Schnitt A-A

Abbildung 7: Studiobereich der SAE Bochum, Schnitt

In Abbildung 8 sind exemplarisch die Schalldämmmaße der Wände zwischen Regie I und Aufnahme I (links) und zwischen Regie I und Aufnahme II (rechts) dargestellt (Frequenzbereiche, in denen bei der Messung keine ausreichende Dynamik besteht, sind nicht dargestellt). Die Trennwand zwischen Regie I und Aufnahme I besteht aus einer schweren Trockenbauwand mit elastisch gelagerten Trockenbau-Vorsatzschalen auf beiden Seiten, die Wand zwischen Regie I und Aufnahme II aus der bereits vorhandenen Stahlbetonwand mit elastisch gelagerten Trockenbau-Vorsatzschalen auf beiden Seiten. In beiden Bauteilen ist ein jeweils dreischaliges Fenster eingesetzt.

Deutlich erkennbar ist hier die höhere Leistungsfähigkeit der bestehenden massiven Stahlbetonwand zwischen Regie I und Aufnahme II gegenüber der Trockenbauwand zwischen Regie I und Aufnahme I im tieffrequenten Bereich.

Die Geometrien der Räume sind aus raumakustischer Sicht optimiert: In Aufnahme I wurde der räumliche Bedarf des Versorgungsschachts genutzt, um eine raumakustisch günstige Neigung zu erzielen. Die abgehängten Decken sind aus geometrischen und wellentheoretischen Gründen geneigt. In den Räumen mit rechteckigen Grundrissen sind die Proportionen in Hinblick auf eine möglichst günstige Eigenfrequenzverteilung gestaltet. In Regie I sind die Lautsprecher in eine „unendliche Schallwand“ eingesetzt.

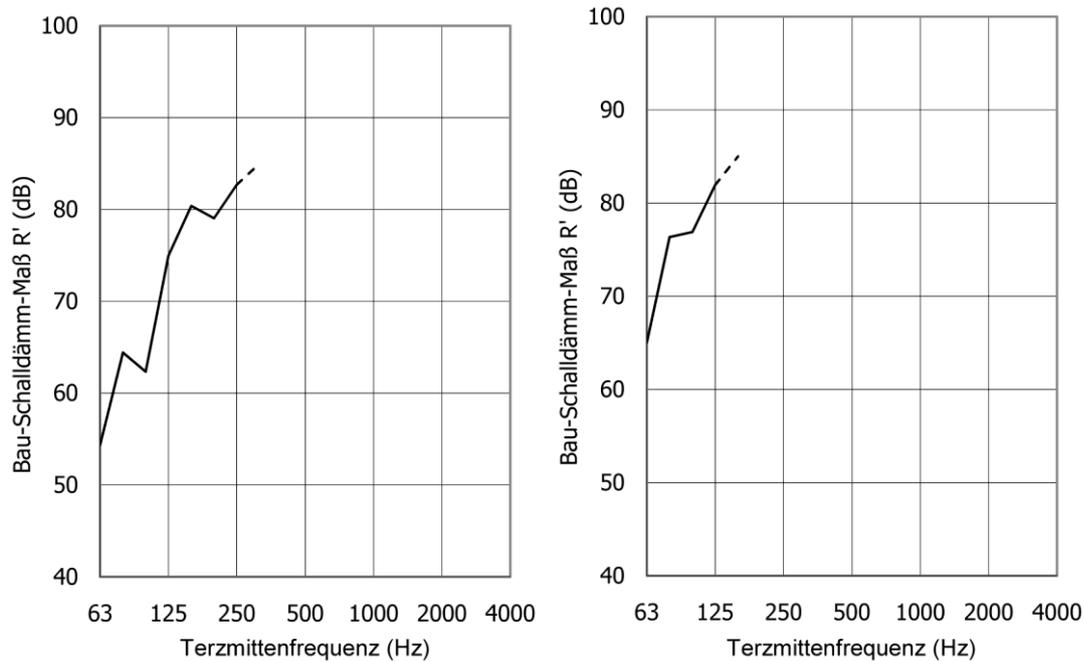


Abbildung 8: Schalldämmmaß Regie I / Aufnahme I und Regie I / Aufnahme II

teilweise aus: Maier, Peter: Kapitel 6 Studioakustik, in Weinzierl, Stefan: Handbuch der Audiotechnik. 1. Auflage, Springer 2008

4. Normen

- [1] DIN 15996 Bild- und Tonbearbeitung in Film-, Video- und Rundfunkbetrieben – Grundsätze und Festlegungen für den Arbeitsplatz, Februar 2006
- [2] EBU Tech. 3276-E Listening Conditions for the Assessment of Sound Programme Material: Monophonic and Two-channel Stereophonic, 2. Ausg, Mai 1998
- [3] EBU Tech. 3276-E S1 Listening Conditions for the Assessment of Sound Programme Material - Supplement 1, Multichannel Sound, 2. Aufl, Mai 2004
- [4] Rec. ITU-R BS.1116-1 Methods for the Subjective Assessment of Small Impairments in Audio Systems including Multichannel Sound Systems, 1997
- [5] IRT Akustische Informationen 1.11-1/1995 Höchstzulässige Schalldruckpegel von Dauergeräuschen in Studios und Bearbeitungsräumen bei Hörfunk und Fernsehen, August 1995
- [6] SSF-01.1/2002 Hörbedingungen und Wiedergabeanordnungen für Mehrkanal-Stereofonie, 2002
- [7] SSF-02.1/2002 Mehrkanalton-Aufzeichnungen im 3/2-Format – Parameter für Programmaustausch und Archivierung, Einstellung von Wiedergabeanlagen, 2002