

D. Heer

# Projektstudios für Filmsound

Audiopostproduktion und Studiotechnik

D. Heer

**Projektstudios für Filmsound: Audiopostproduktion  
und Studiotechnik**

ISBN: 978-3-8428-1651-0

Herstellung: Diplomica® Verlag GmbH, Hamburg, 2011

---

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch  
begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung,  
des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von  
Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der

Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden und der Verlag, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

© Diplomica Verlag GmbH

<http://www.diplomica-verlag.de>, Hamburg 2011

## Kurzfassung

Wie jedes technisch geprägte Berufsfeld entwickelt und verändert sich auch die Audiopostproduktion für Film und Video mit der Verfügbarkeit von neuen Technologien. In den 90er Jahren erlebte die Audiopostproduktion eine tief greifende Wende. Große Studios verloren immer mehr Aufträge an kleine, spezialisierte *Projektstudios* (Seite 32), in denen dank der Digitaltechnik kostengünstiger und in der gleichen Qualität gearbeitet werden konnte. Mittlerweile kann beinahe jeder Arbeitsschritt computergestützt in *Projektstudios* durchgeführt werden. Lediglich die Filmmischung und einige andere spezielle Aufgaben wie ADR und Foley-Aufnahmen sind nach wie vor nur in größeren Studios möglich.

In dieser Arbeit werden der Aufbau von Projektsstudios und die Werkzeuge für die Audiopostproduktion diskutiert und ein aktueller Überblick über Tonformate in Film und Video gegeben. Außerdem werden Grundlagen und Arbeitstechniken in allen Bereichen der Produktionskette behandelt.

Die Arbeit basiert auf den Erfahrungen, welche der Autor bei der Vertonung von zahlreichen studentischen und kommerziellen Film- und Videoproduktionen gemacht hat und auf einer umfassenden Literaturstudie. Zahlreiche Versuche runden die Arbeit ab.

# Inhalt

## 1 Einleitung

## 2 Das Studio

### 2.1 Bauakustik

### 2.2 Raumakustik

### 2.3 Monitoring

### 2.4 Studio-Hardware

### 2.5 Software

### 2.6 Hallgeräte

### 2.7 Projektstudios

### 2.8 Hybridstudio

## 3 Surround-Sound

### 3.1 Surround 5.1

### 3.2 Andere Mehrkanalsysteme

### 3.3 Filmtoneformate

### 3.4 Videotoneformate

### 3.5 Up- und Down-Mix

## 4 Die Produktionskette

### 4.1 Tonaufnahme am Set (Produktion)

### 4.2 Datenübergabe

### 4.3 O-Tonbearbeitung

### 4.4 Nachsynchronisation (Studioaufnahmen)

### 4.5 Sounddesign

## 5 Mischung

### 5.1 Aufgaben der Filmmischung

### 5.2 System- und Projekteinstellungen

### 5.3 Mischung in Surround 5.1

### 5.4 Dolby Stereo-Mischungen

### 5.5 Mischungen für Video

### 5.6 Mischpraktiken (Stereo und Surround)

### 5.7 Vormischungen und M&E-Mischungen

## 6 Schlusswort

## 7 Anhang (Versuche)

7.1 Versuch 1: Panoramagesetze

7.2 Versuch 2: Videoperformance

7.3 Versuch 3: Simulation von Distanz

7.4 Versuch 4: Rauschen in Dialogspuren

7.5 Versuch 5: Qualitätsminderung durch Mixdowns

7.6 Versuch 6: Gefaltetes und ungefaltetes  
Direktsignal

8 Danksagung

9 Literatur

9.1 Printmedien

9.2 Technische Dokumente, Publikationen und  
Handbücher

9.3 Internetquellen

9.4 Sonstige Quellen

# 1 Einleitung

## **Ziel der Arbeit**

Über die Technik und den Aufbau von *Projektstudios* (Seite 32) für die Audiopostproduktion sind in der Literatur nur wenige, aktuelle Informationen zu finden. Die technische Entwicklung ist zu rasant und meist befassen sich die Veröffentlichungen mit der Technik und den Workflows in Großraum-Tonstudios, wie sie für High-Budget-Produktionen gebucht werden. Mit der vorliegenden Arbeit soll diese Lücke geschlossen werden. Natürlich unterliegen auch die hier vorgestellten Technologien und Techniken diesem rasanten Wandel. Die grundlegenden Erfordernisse an die Arbeitsmittel und der Arbeitsablauf bleiben aber von der Zeit weitestgehend unbeeinflusst.

Ein weiteres Problem bei der Beschaffung von Informationen über das Thema Audiopostproduktion ist, dass in der deutschsprachigen Literatur nur Teilbereiche davon behandelt werden, meistens das Sounddesign. Über den Dialogschnitt oder das Thema Filmmischung gibt es zum Beispiel keine aktuellen, deutschsprachigen Veröffentlichungen. In der englischsprachigen Literatur sind einige Publikationen über das Thema zu finden, jedoch lassen sich nicht alle Aspekte auf den europäischen Raum übertragen und die meisten Veröffentlichungen sind inzwischen veraltet. Mit dieser Arbeit soll deshalb versucht



werden, die Lücken in der deutschsprachigen Literatur zu schließen. Sie richtet sich dabei vor allem an Berufseinsteiger und Studenten, die einen umfassenden und aktuellen Überblick über die Technik und den Workflow in der Audiopostproduktion erhalten wollen und an Ingenieure, die planen ein Projektstudio zu betreiben.

## **Handhabung der Arbeit**

Da das Themenfeld Audiopostproduktion sehr umfangreich ist, wird darauf verzichtet auf Grundlagen der Tontechnik und der Akustik einzugehen. Dieses Wissen wird für das Verständnis der Arbeit vorausgesetzt.

Um auch im Filmbereich fortgeschrittenere Leser nicht zu unterfordern, werden gängige Fachwörter aus dem Bereich Film-Sound außerhalb des Textes erläutert. Rechts neben dem Fließtext ist ein Bereich reserviert, in welchem Bilder, Grafiken, weiterführende Informationen und Notizen Platz finden, so dass der Lesefluss nicht gestört wird.

Anglizismen werden weitestgehend vermieden. Der Begriff "Sound" wird in dieser Arbeit jedoch häufig verwendet. "Ton" wird oft synonym zu "Sound" verwendet, die eigentliche Bedeutung des Wortes bezieht sich aber auf ein geordnetes Schallereignis, das sich in einem Notenwert ausdrücken lässt, ebenso wie "Klang", wobei dieser aus mehreren Tönen (oder auch Obertönen) besteht und eine harmonische Struktur aufweist. Ungeordnete Schallereignisse werden "Geräusch" genannt. "Schall"

beschreibt die Ausbreitung von Schwingungen der Moleküle in einem Medium und ist ein rein physikalischer Begriff<sup>1</sup> (Schall kann zum Beispiel im Gegensatz zu Sound nicht bewertet werden, er hat keine Qualität). Der Begriff "Sound" wird deshalb verwendet,<sup>2</sup> um die Gesamtheit des Phänomens zu beschreiben.

## **Kurze Geschichte der Audiopostproduktion**

Obwohl der Film von Anfang an von Tönen und Musik begleitet wurde, geschah dies lange Zeit nur live durch Musiker oder Sprecher, welche die ansonsten stumme Darbietung durch Text, Musik und zum Teil durch vereinzelte Effektgeräusche bereicherten.

Der Zweck der Live-Begleitung war, die Dramaturgie des Bildes zu unterstützen und dadurch die Konzentration des Publikums auf das Bild zu lenken.

Erst mit der Möglichkeit, Audio auf einem Medium kostengünstig speichern und in Filmtheatern (Kinos) auch abspielen zu können, begann die Geschichte der Audiopostproduktion.

In der Zeit der ersten Tonfilme war eine Speicherung von Ton nur auf Schallplatten oder in Form von Lichtton auf Filmmaterial möglich. Eine Mischung fand, wenn überhaupt, nur mit zwei Quellen statt, da die Filmtonzuspieler und Aufnahmegeräte extrem teuer in der Anschaffung und im Betrieb waren. Bei jedem

Mischvorgang, der gleichzeitig einen Kopiervorgang bedeutet, nahm die Klangqualität erheblich ab, da durch die Körnigkeit des Filmmaterials die Wellenformen nicht bis in beliebiger Detailtreue aufgezeichnet werden können. Um die Aufnahmen hörbar zu machen, muss der Film entwickelt werden.

Nach dem zweiten Weltkrieg fand die Magnetbandtechnik Einzug in die Filmbranche. Audiomaterial konnte nun kostengünstiger und in besserer Qualität aufgezeichnet, kopiert und gespeichert werden. Mehr Spuren konnten gleichzeitig abgespielt und gemischt werden. Die fertige Mischung wurde nach wie vor auf den Vorführfilm als Mono-Lichtton belichtet.<sup>3</sup>

Eine weitere technische Revolution, nach der Erfindung des Magnettonbandes, fand Ende der 80er Jahre mit der Etablierung der digitalen Tontechnik statt. Erstmals waren Kopiervorgänge verlustfrei und das Audiomaterial, welches früher in gekühlten Räumen mit Film- oder Magnetbandrollen archiviert werden musste, konnte nun auf CD oder Festplatte gespeichert werden. Der digitale Schnitt revolutionierte die Arbeit mit Audiomaterial. Tonbänder mussten nun nicht mehr von Hand geschnitten und geklebt werden, sondern konnten mit wenigen Mausklicks durchgeführt werden. Durch neue Syntheseformen und Algorithmen entstanden neue Möglichkeiten der Klangbearbeitung.

In den 90er Jahren wurden zahlreiche digitale *Projektstudios* (Seite 32) gegründet, welche sich am Markt behaupten konnten, da sie spezialisierte Aufgabenbereiche in der gleichen Qualität bearbeiten können wie große Tonstudios, jedoch im Bau und im Betrieb wesentlich günstiger sind.

Die digitale Revolution hält immer noch an. Die Technik wird weiterhin günstiger und professionelle Produkte sind bereits für Studenten erschwinglich. Moderne *Computer* (Seite 21) und *Software* (Seite 27) erlauben die gleichzeitige Wiedergabe von weit mehr als 100 Spuren mit mehreren Effekt-Plug-Ins pro Kanal. Auf die Verwendung von teuren Großmischpulten kann, durch die in den *Audiobearbeitungsprogrammen* (Seite 27) integrierten Softwaremischfunktionen oder durch die Verwendung eines DAW-Controllers, weitestgehend verzichtet werden. Das Studio befindet sich sozusagen zum Großteil virtuell im zentralen Computer. Nicht mehr die Technik stellt heute den begrenzenden Faktor dar, sondern die Fähigkeiten des die Technik bedienenden Ingenieurs und seine Vorstellungskraft.

## 2 Das Studio

Das Studio ist der Arbeitsplatz und das Instrument des Filmtonschaffenden. Das Studio besteht aus den Räumlichkeiten und der dort befindlichen Tontechnik. Beides hat maßgeblichen Einfluss auf die Gestaltung und die Qualität der Tonspur.

### 2.1 Bauakustik

Ein Raum, in dem abgehört wird, muss sowohl vor Schallimmissionen von außen geschützt sein als auch wenig Schall nach außen abgeben, da zum Teil mit sehr hohen Schalldruckpegeln gearbeitet wird. Mithilfe einer richtig ausgeführten Bauakustik kann sowohl die Schallimmission als auch die Schallemission kontrolliert werden.

Die Bauakustik ist neben der Form und Größe des Raumes der wichtigste Aspekt bei der Wahl der Studioräumlichkeiten, da diese nur mit größeren Investitionen verändert werden kann. Es ist deshalb von Vorteil, wenn das Studio von vornherein in einer ruhigen Umgebung errichtet wird und darauf geachtet wird, dass Anwohner nicht gestört werden.<sup>4</sup>

Das Kapitel ist bewusst kurz gehalten, da vor einer baulichen Maßnahme eine tiefergehende Literaturstudie

erfolgen, oder ein Fachmann zu Rate gezogen werden sollte.

## Wände

Prinzipiell gilt, je mehr Masse eine Wand hat, desto besser dämpft sie. Zu tiefen Frequenzen hin wird die Schalldämpfung jedoch immer schlechter. Aufgrund der Biegewellenresonanz (Info 1) hat eine Wand an einer bestimmten Frequenz, welche unter anderem von der Dicke der Wand abhängt, einen Einbruch in der Schalldämpfung. Bei Doppelwänden, Doppeltüren oder Doppelglasfenstern müssen die Elemente verschieden dick sein, damit die Biegewellenresonanz der Wände nicht identisch ist. Bei zweischaligen Wänden addieren sich beide Wände in ihrer absorptiven Wirkung, abgesehen von einem Einbruch des Dämmungsmaßes bei der Resonanzfrequenz des Feder-Masse-Systems, welches aus dem Hohlraum zwischen den Wänden und den Wänden selbst besteht. <sup>5</sup>

#### Info 1: Biegewellenresonanz

Die Biegewellenresonanz entspricht den Ausmaßen einer Platte oder Wand. Wenn eine Platte beispielsweise zwei Meter lang ist, wird sie von einer Frequenz, deren Wellenlänge zwei Metern entspricht zum Schwingen angeregt.

Quelle: Holtz F. (1999)

Die Dämpfungseigenschaften einer bestehenden Wand können verbessert werden, wenn auf die Wand weitere Masse in Form von Gipsplatten, Spanplatten, Bleifolie (Gesundheitsschädlich) oder speziellem Kunststoff aufgebracht wird.<sup>6</sup>

Eine weitere Möglichkeit, die Dämpfungswirkung einer Wand zu verbessern ist, eine Vorsatzschale zu montieren. Eine Vorsatzschale wird an einer Wand so aufgebracht, dass sie keine feste Verbindung mit der Wand hat und akustisch von dieser entkoppelt ist. Als Entkoppelungsglied können RC-Profile verwendet werden. RC-Profile sind Metallprofile, an welchen Wandschalen gefedert montiert werden können. Alle Fugen müssen gut abgedichtet werden, damit keine akustischen Lecks entstehen. Schallbrücken durch Schrauben oder Bauteilen der Elektroinstallation müssen vermieden werden.<sup>7</sup>

## **Boden**

Für die Abdämpfung von Körperschall (= Schall durch feste Materialien) durch den Boden wird ein "schwimmender" Estrich verlegt. Dabei wird auf einen elastischen Untergrund aus Mineralwolle ein Betonboden gegossen. Alternativ zu Beton können auch Span- oder MDF-Platten aufgebracht werden, die mehrlagig und überlappend miteinander verschraubt werden. Die Mindestdicke der Bodenplatte bemisst sich nach dem Gewicht, das der Boden aushalten muss. Das Schalldämmmaß steigt pro Verdoppelung der Bodenmasse um etwa 3 dB. Trittschalldämmmatten sind für den Studiobau ungeeignet, da sie die Schallemission zwar steigern, aber mit der darüber liegenden Bodenschicht als Plattenschwinger wirken und so die akustischen Eigenschaften des Raumes verändern.<sup>8</sup>

## **Decke**

Reicht die Isolation der Decke nicht aus, kommt als einzige Möglichkeit in Betracht, eine Vorsatzschale unter die Decke zu montieren – eine so genannte "abgehängte" Decke. Die "abgehängte" Decke wird mit Federn akustisch entkoppelt und besteht aus mindestens zwei Lagen Gipskarton.<sup>9</sup>

## **Elektrik**



Lampen und Steckdosen werden gerne in Vorsatzschalen, abgehängte Decken oder sogar in den Boden eingelassen. Es muss jedoch beachtet werden, dass dies ohne weitere Behandlung dazu führt, dass die Isolation zunichte gemacht wird. Einbauelektrik muss hinter dem Putz ummantelt und luftdicht versiegelt oder auf dem Putz angebracht werden.<sup>10</sup>

## **Fenster**

Geräusche von außen können durch geschlossene Fenster dringen. Um diese abzudämpfen, können die Fenster mit schweren Vorhängen verhängt werden. Je schwerer der Stoff ist, desto höher ist die Schallabsorption. Die Vorhänge sollten in einem Abstand von ca. 10-15 cm von der Scheibe aufgehängt werden.<sup>11</sup>

## **Türen**

Damit eine Tür möglichst schalldicht ist, muss diese rundum abgedichtet werden und die Masse der Tür muss möglichst hoch sein. Mit Gummilippen und Spanplatten können die Schalldämpfungseigenschaften einer Tür verbessert werden.<sup>12</sup>

## **Raum-in-Raum-Konstruktion**

Die wirksamste Art, einen Raum schalldicht zu machen ist, in einen Raum einen weiteren einzubauen. Dies kann durch eine Kombination aller bereits erwähnten Vorgehensweisen

erreicht werden: ein entkoppelter Boden, eine abgehängte Decke und Vorsatzschalen an allen Wänden, sowie Doppeltüren und Doppelfenster. Es muss penibel darauf geachtet werden, dass der Innenraum vollständig vom Rohraum entkoppelt ist. Die Vorsatzschalen werden mit der abgehängten Decke und dem entkoppelten Boden über Gummilippen verbunden.<sup>13</sup>

## 2.2 Raumakustik

Auch dieses Kapitel soll als Anhaltspunkt für weitere Studien dienen, da nicht alle Details auf wenigen Seiten zusammen gefasst werden können.

### **Raumgeometrie**

Die Raumgeometrie beeinflusst das Nachhallverhalten eines Raumes und dadurch die räumliche und frequenzmäßige Darstellung der Abhöranlage. Die Raumgeometrie sollte demnach nach Möglichkeit so gewählt oder angepasst werden, dass der Raum einen ausgewogenen Nachhall (Siehe *Gestaltung der Nachhallzeit und des Hallspektrums*, Seite 8) hat, keine Flatterechos (Info 2) auftreten und stehende Wellen (Info 3) unter Kontrolle gehalten werden.<sup>14</sup>



### Info 2: Flatterechos

Flatterechos sind Reflexionen, welche sich zwischen zwei reflektierenden, parallelen Wänden einschwingen. Sie haben einen hellen, metallischen Klangcharakter und beeinflussen die Klangqualität negativ.

In der Regel treten Flatterechos bei hohen Frequenzen auf. Im Raum verteilte *Diffusoren* (Seite 10) können hier Abhilfe schaffen.

Quelle: THX (2008) und Görne und Bergweiler (2004) S. 119-121

### Info 3: Stehende Wellen

Wenn zwei Wände parallel zueinander sind, treten Resonanzen auf, welche stehende Wellen genannt werden.

Der Schall wird von den Wänden hin und her reflektiert, so dass sich die Reflexionen überlagern. Bei Frequenzen, deren Wellenlänge dem Abstand der Wände entspricht, wirkt sich dies so aus, dass der Schall an bestimmten Punkten im Raum komplett ausgelöscht wird und an anderen Stellen verstärkt wird.

Wenn stehende Wellen einzeln auftreten, wirken sie sich als störendes "Dröhnen

des Raumes" aus.  
Bei einer dichteren Verteilung wirken sie als Nachhall und werden nicht als störend empfunden.

Quelle: Friesecke (2007) Seite 52/53/57

### • Nichtrechtwinklige Räume

Ein rechteckiger Raum mit parallelen Wänden, Decke und Boden ist raumakustisch problematisch, da darin Flatterechos und stehende Wellen auftreten. In einem nicht-rechtwinkligen Raum treten keine Flatterechos auf und Resonanzen werden über das Frequenzspektrum verteilt, so dass generell ein ausgewogener Nachhall begünstigt wird. Die Winkel der Raumecken müssen dafür nicht extrem sein,  $92^\circ$  sind ausreichend für eine gute Diffusion (Siehe Abb. 0).<sup>15</sup>

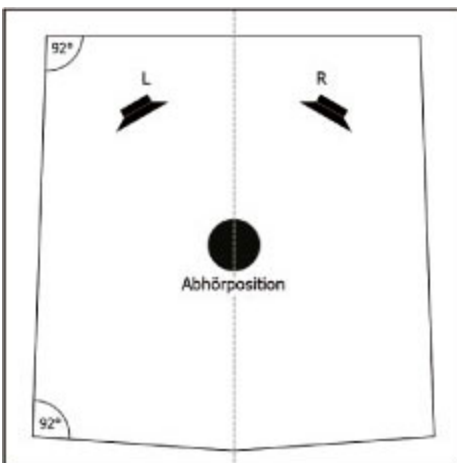


Abb. 0: Nichtrechtwinkliger Raum mit  $92^\circ$  Raumwinkeln

Nach Empfehlung der AES (American Engineering Society) sollten die Raummaße eines Referenzabhörtraumes in einem mit folgender Formel errechenbarem Verhältnis zueinander stehen:<sup>16</sup>

$$1,1 \frac{b}{h} \leq \frac{l}{h} \leq 4,5 \frac{b}{h} - 4 \quad (l = \text{Länge}, b = \text{Breite}, h = \text{Höhe})$$

Ein Raum mit 8 m x 5 m x 2,5 m erfüllt zum Beispiel die Bedingungen der Formel. Wie in Abb. 1 zu sehen, sind die Raummoden (stehenden Wellen) in dem Raum relativ gleichmäßig über das Frequenzspektrum verteilt. Nur bei 69 Hz tritt eine ausgeprägte Mode auf, welche aber mit einem Bassabsorber (Siehe *Helmholtzresonatoren* 10) gedämpft werden kann. Es soll darauf hingewiesen werden, dass es sich dabei um ein Rechenmodell handelt. Bevor bauliche Maßnahmen ergriffen werden oder ein Absorber berechnet wird, sollte überprüft werden, ob an der besagten Frequenz tatsächlich eine stehende Welle auftritt.

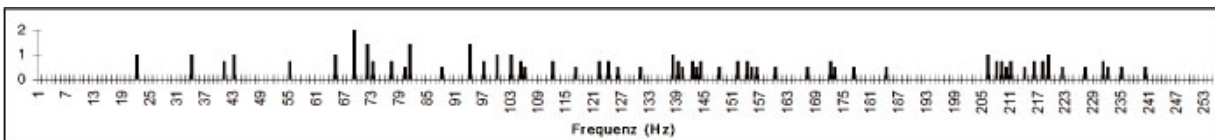


Abb. 1: Raummoden in einem Raum mit den Maßen Länge: 8 m, Breite: 5 m und Höhe: 2,5 m

Ein Raum, der nach obiger Formel nicht zulässig ist, wäre zum Beispiel ein Raum mit den Maßen 9 m x 6 m x 3 m. Diese Raummaße stellen einen Extremfall dar, da sie Vielfache voneinander sind. Reflexionen über mehrere

Wände addieren sich mit einfachen Reflexionen und es treten ausgeprägte Raummoden auf (Siehe Abb. 2).

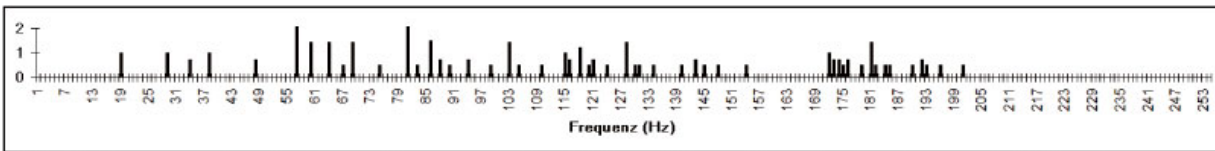


Abb. 2: Raummoden in einem Raum mit den Maßen Länge: 9 m, Breite: 6 m und Höhe: 3 m

### • Symmetrische Bauweise von Räumen

Da alle Abhörformate (Stereo, 5.1, 7.1, ...) symmetrisch sind, muss ein gut gestalteter Abhörraum symmetrisch aufgebaut sein.<sup>17</sup> Bei unsymmetrischer Raumgeometrie und unsymmetrischer Aufstellung der Lautsprecher entsteht durch unterschiedliche Überlagerungen des Direktschalls mit den Reflexionen von angrenzenden Wänden ein Frequenzungleichgewicht zwischen linker und rechter Seite, so dass das Stereobild instabil wird und nicht mehr beurteilt werden kann.<sup>18</sup>

### • Reflexionsarme Zone

Reflexionen am Abhörplatz sind unvermeidbar. Für eine gute Lokalisation von Phantomschallquellen (Info 4) sind frühe Reflexionen im Zeitbereich unter 10 ms aber sehr störend, da sie vom Gehör als zusätzliche Schallquellen ausgewertet werden, welche sich mit dem Signal der Lautsprecher vermischen.<sup>19</sup>

#### Info 4 Phantomschallquellen

Phantomschallquellen treten zwischen zwei Schallquellen auf, die das gleiche oder ähnliche Signale aussenden. Wenn sich zwei Lautsprecher in gleicher Entfernung vom Zuhörer befinden und das gleiche Signal aussenden, dann wird die Schallquelle als in der Mitte zwischen beiden Lautsprechern wahrgenommen.

Die Lokalisationsfähigkeit ist abhängig vom zeitlichen Abstand der ersten Reflexionen und durch deren Pegelverhältnis zum Direktschall. Bei einem Umweg von mehr als 10 ms kann die Reflexion sogar lauter sein als das Direktsignal und die Schallquelle wird dennoch richtig geortet. Unterhalb von 10 ms muss das reflektierte Signal aber abgeschwächt werden, damit die Ortung nicht beeinträchtigt wird.<sup>20</sup>

Deshalb sollte um den Hauptabhörplatz eine reflexionsarme Zone eingerichtet werden, in welcher die ersten Reflexionen entweder erst nach 10 ms eintreffen, oder um 20 dB abgeschwächt sind.<sup>21</sup> THX empfiehlt eine Dämpfung der ersten Reflexionen <15 ms (1 kHz – 8 kHz) um mindestens 10 dB.<sup>22</sup>



- **Reflexionsarme Zone bei Nahfeld-Monitoring**

Nahfeldmonitore stehen in einem gewissen Abstand zur Wand frei im Raum. Wenn der Abstand zum Beispiel zwei Meter beträgt, nimmt der Schall einen Umweg von vier Metern und braucht damit ca. zwölf Millisekunden bevor er reflektiert den Abhörplatz erreicht. Wenn der Abstand kleiner ist, müssen hinter den Lautsprechern Breitbandabsorber angebracht werden, damit die Lokalisation nicht beeinträchtigt wird (Siehe Abb. 2).

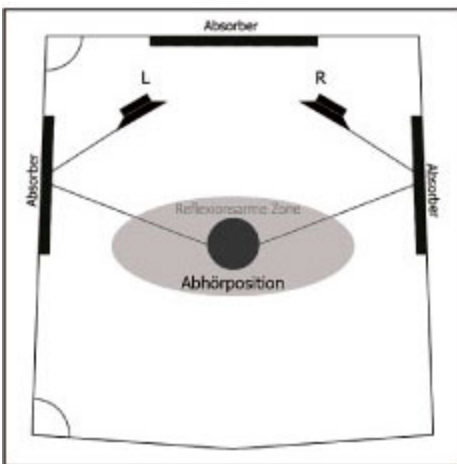


Abb. 2: Reflexionsarme Zone mit Absorbern

- **Reflexionsarme Zone bei Fernfeld-Monitoring**

Da Fernfeldmonitore in die Wände eingelassen sind, können die frühen Reflexionen keinen so großen Umweg zum Abhörplatz nehmen wie bei Nahfeldmonitoren. Es ist deshalb wichtig, dass die Reflexionen vom Abhörplatz weg geleitet werden. Dies kann durch eine geeignete

Raumgeometrie, wie in Abb. 2 zu sehen, oder mit Absorbern erreicht werden.<sup>23</sup>

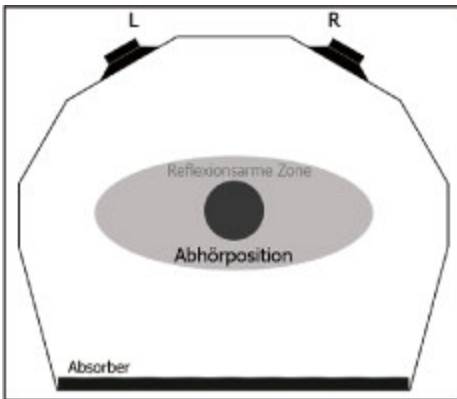


Abb. 2: Optimale Raumform für Stereo-Fernfeld-Monitoring

### • **Decke und Boden**

Bei der akustischen Behandlung eines Raumes muss auch die Decke und der Boden berücksichtigt werden. Der Boden sollte aus schallhartem Material bestehen, da der Raum ansonsten zu dumpf klingt. Reflexionen vom Boden können somit nicht vermieden werden. Reflexionen von der Decke können hingegen mit einem Deckensegel vom Abhörplatz weggeleitet werden.<sup>24</sup>

### • **Stereo- und Surround-Abhörräume**

Der Grundriss in Abb. 2 ist für Fernfeldmonitoring in Stereo als auch in Surround geeignet. Bei Surround-Abhörräumen mit rechteckigem Grundriss oder auch leicht schrägen Wänden (Vergleiche Abb. 0) muss darauf geachtet werden, dass die ersten Reflexionen absorbiert werden, damit sie abgeschwächt am Abhörplatz eintreffen.<sup>25</sup>

Während bei einem Stereoabhörraum die akustische Planung in Vorder- und Hinterseite aufgeteilt wird, müssen bei einem Surround-Abhörraum alle Seiten gleichwertig behandelt werden.<sup>26</sup>

#### • **Evaluation eines Raumes**

Um die klangliche Qualität eines Raumes zu beurteilen, braucht es nicht zwingend aufwändige Messgeräte. Ein Klatschtest kann bereits einigen Aufschluss über die Raumakustik geben. Mit Klatschen kann ermittelt werden, wie lange der Schall ungefähr braucht, um zu verklingen und ob Flatterechos zu hören. Wenn bestimmte Frequenzen dominieren ist dies ein Hinweis auf ausgeprägte stehende Wellen. Mit einem Sprechtest kann die Frequenzverteilung des Nachhalls nach Gehör ermittelt werden. Wirkt das Sprechen im Raum beklemmend, absorbiert der Raum zu viele Höhen. Wenn die Zischlaute von den Wänden zu "flattern" scheinen, hat der Raum zu wenig Höhendämpfung.<sup>27</sup>

Natürlich sollte die Akustik eines Raumes später nach professionellen Maßstäben angepasst werden (Siehe *Anforderungen an ein Projektstudio für Mischungen*, Seite 34). Dazu ist eine Messung des Raumes mit speziellem Mess-Equipment erforderlich. Mit den oben genannten Methoden können aber schon bei einer Besichtigung Rückschlüsse über die akustischen Qualitäten eines Raumes gezogen werden. Bei offensichtlichen Problemen

kann davon ausgegangen werden, dass aufwändige raumakustische Maßnahmen durchgeführt werden müssen, damit ein ausgewogenes Hallspektrum erreicht wird.

Die Methoden sind außerdem hilfreich bei der Auswahl eines Mietstudios wenn man über keinen eigenen Aufnahmeraum verfügt.

### **Gestaltung der Nachhallzeit und des Hallspektrums**

Eine Normierung der Nachhallzeit ist sinnvoll, damit die Räumlichkeit einer Mischung objektiv bewertet werden kann. Ein halliger Raum kann dazu führen, dass bei der Mischung zu wenig Kunsthall verwendet wird und die Mischung zu "trocken" wird. Ein Raum mit sehr kurzem Nachhall kann hingegen dazu führen, dass zu viel Kunsthall verwendet wird.<sup>28</sup>

Die optimale Nachhallzeit ist nach Empfehlung der AES mit folgender Formel zu errechnen:<sup>29</sup>

$$\text{Nachhallzeit} \approx (\text{Raumvolumen} / 100 \text{ m}^3)^{1/3}$$

Ein Raum mit den Ausmaßen 8 m x 5 m x 2,5 m (Länge x Breite x Höhe) soll demnach eine Nachhallzeit von 0,25 Sekunden haben.

Generell sollte sich die Nachhallzeit des Mischraumes nach der Nachhallzeit des Vorführraumes orientieren. Kinomischungen müssen auch deshalb in Räumen gemacht werden, die eine Kinoakustik haben.<sup>30</sup> Aus diesem Grund